CONSEIL
DES PRODUCTIONS
VÉGÉTALES
DU QUÉBEC

# SYMPOSIUM SUR LA POMME DE TERRE

AGDEX 161

**13 novembre 1987**
Hôtel Holiday Inn
Sainte-Foy

LA CULTURE INTENSIVE
DE LA POMME DE TERRE,
UNE APPROCHE RAISONNÉE

CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES
CAHIER DE CONFÉRENCES

Québec

88-05226/

Cahier de conférences

# Symposium sur la pomme de terre

13 novembre 1987

## La culture intensive de la pomme de terre, une approche raisonnée

Conseil des Productions Végétales du Québec

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec
4ième trimestre 1987
ISBN-2-551-06819-3

TABLE DES MATIERES


| Page | | |
|---|---|---|
| 5 | Présentation du thème<br>Rémy Fortin, président |
| 7 | La fertilisation azotée et l'espacement entre les plants de pomme de terre en relation avec les propriétés des sols<br>Marcel Giroux |
| 19 | La plantation des tubercules entiers - un choix<br>Marcel Michaud |
| 31 | Comparaison entre la plantation tranchée et ronde dans l'optique de la production de semence de pomme de terre<br>Pierre-T. Sylvestre |
| 45 | La plantation de tubercules entiers pour la pomme de terre, variété Superior<br>Michel Tennier |
| 55 | Cinq ans d'expérience sur les relations irrigation-régie des pommes de terre<br>Romain Rioux |
| 77 | L'informatique au service de l'irrigation<br>Johanne Boisvert et L.M. Dwyer |
| 93 | Projet de lutte dirigée dans la culture de la pomme de terre à Trois-Pistoles<br>Pierre Millette |
| 107 | Un nouveau service de dépistage en Mauricie<br>Pierre Lachance |
| 113 | Dépistage du doryphore de la pomme de terre à Sainte-Marie Salomé<br>Madeleine Lemay |
| 129 | Protection: Approches réfléchies, l'expérience de la région de Nicolet<br>Bruno Bélanger |

## PRÉSENTATION DU THEME

Mesdames, messieurs,

Il est bien agréable et valorisant de faire partie de l'équipe qui présente à chaque année, une journée d'information à l'intention des producteurs de pomme de terre. En effet, votre dynamisme incite le comité de la pomme de terre du Conseil des Productions Végétales du Québec à fouiller les techniques les plus nouvelles, et à les mettre à votre disposition. C'est notre travail et nous le faisons avec joie. Votre appréciation nous prouve que nous sommes dans la bonne voie.

Nous avons, depuis plusieurs années, abordé un grand nombre de sujet. En 1987, nous voulons réfléchir sur une approche raisonnée de la production de pomme de terre. La production intensive fait référence à un ensemble de pratiques culturales qui se complètent. La production intensive, c'est un tout, et non pas une succession d'interventions.

Les conférencières et conférenciers aborderont successivement les thèmes de la fertilisation, de la densité de plantation, de l'eau et de la protection dans une approche intégrée.

La réussite passe par la productivité.

REMY FORTIN, agronome

# LA FERTILISATION AZOTÉE ET L'ESPACEMENT ENTRE LES PLANTS DE POMME DE TERRE EN RELATION AVEC LES PROPRIÉTÉS DES SOLS

Conférence présentée à l'occasion du
Symposium sur la pomme de terre

Le 13 novembre 1987

préparée par

Marcel Giroux
Agronome

Ministère de l'Agriculture, des
Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
Québec

# LA FERTILISATION AZOTEE ET L'ESPACEMENT ENTRE LES PLANTS DE POMME DE TERRE EN RELATION AVEC LES PROPRIETES DES SOLS

## INTRODUCTION

L'obtention de rendements élevés visés par tous les producteurs est le résultat d'une foule de décisions prises au bon moment à la lumière d'informations acquises sur le sol, les variétés, la protection et la régie de la culture. L'optimisation de chacun des facteurs de production permet de bénéficier au maximum de leur effet et des interactions qui existent entre eux. C'est le secret de la régie intensive des cultures.

### CONNAITRE SON SOL

La connaissance de son sol est de première importance pour déterminer la régie qui convient le mieux. Avant de songer à la culture de la pomme de terre en régie intensive ou conventionnel, il faut procéder à l'évaluation du potentiel de son sol et connaître ses caractéristiques pédologique, physique, chimique et biologique. Certains correctifs peuvent être apportés par le drainage. le chaulage et la fertilisation. Cependant d'autres caractéristiques sont liées à la nature du sol et sont difficilement modifiables. C'est le cas par exemple de la réserve en eau utile qui dépend principalement de la texture et de la teneur en matière organique du sol (Fig. 1). La remontée capillaire de l'eau à partir des nappes dépend également de la texture (Fig. 2). Il existe une relation évidente entre le potentiel de rendement en pommes de terre et sa réserve en eau utile (Tableau 1). Comme au Québec une grande partie de la production se retrouve sur des sols légers, possédant une réserve en eau utile inférieure à 15%, une limitation sérieuse pour la production peut être attribuable au manque d'eau.

### RELATION SOL-EAU-ENGRAIS-PLANTE

L'alimentation en eau de la plante affecte également l'efficacité des engrais azotés. Il existe en effet une interaction étroite entre ces deux facteurs. La courbe de production de l'azote pour la pomme de terre est bien différente selon qu'il s'agit de sols sableux, de loams ou de sols argileux (Fig. 3). Il est surprenant de constater que sur les sols du Québec, les meilleurs rendements en pommes de terre sont obtenus sur des sols lourds avec moins d'azote (110 kg N/ha) qu'il n'en faut sur les loams (140 kg N/ha) ou sur les sables (200 kg N/ha). Une fertilité plus grande des sols lourds et une efficacité plus élevée des engrais azotés liées à une meilleure disponibilité en eau peuvent expliquer ces résultats. On constate également que la fertilisation azotée recommandée est suffisante pour produire 400 q/ha de tubercules vendables lorsque la disponibilité de l'eau n'est plus un facteur limitatif et qu'une bonne régie et protection sont effectuées.

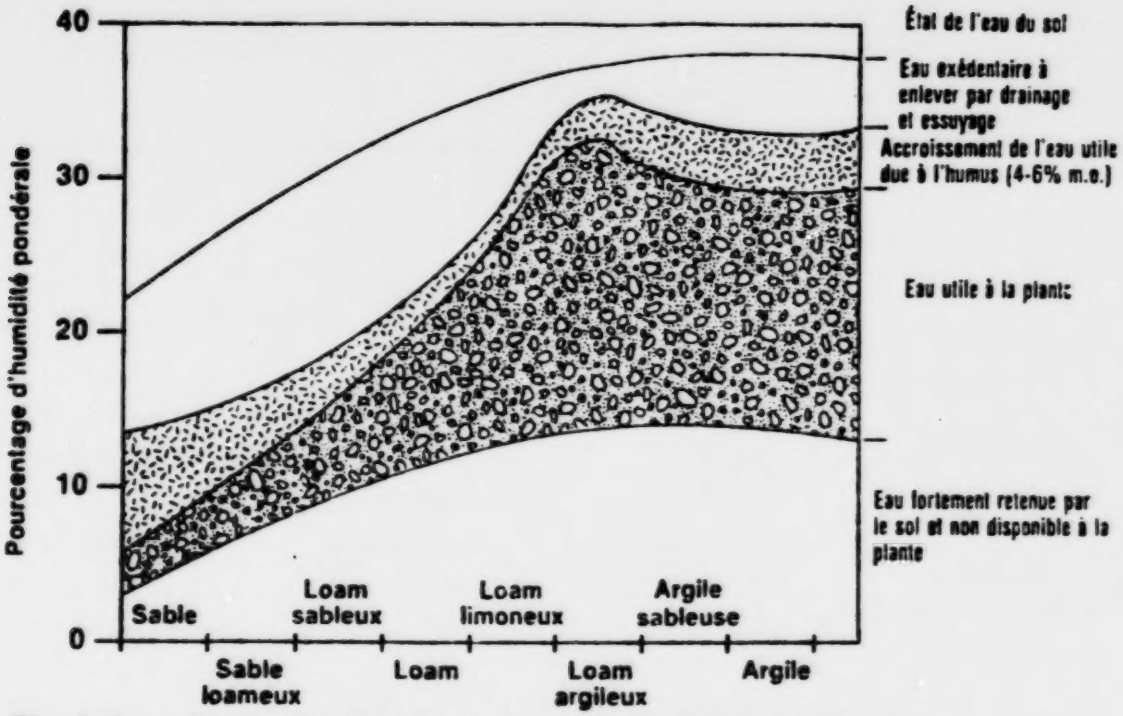



**Fig. 1 Capacité de rétention en eau des sols de différentes textures**

*Source: Côté D. 1982. Les façons culturales*

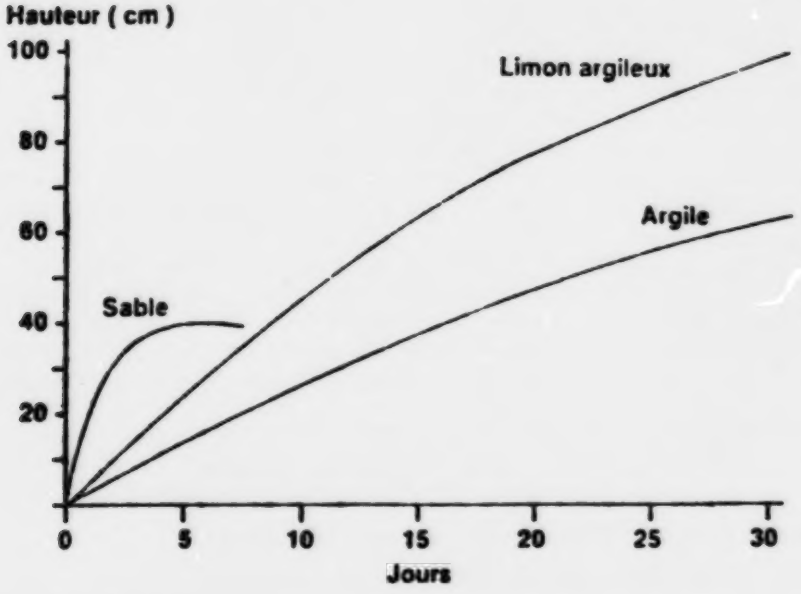



**Fig. 2 La remontée capillaire**

*Source: Soltner D. 1977. Les bases de la production végétale Collection Scientifique et Techniques agricoles. ( Tome I: Le Clos LOrelles France )*

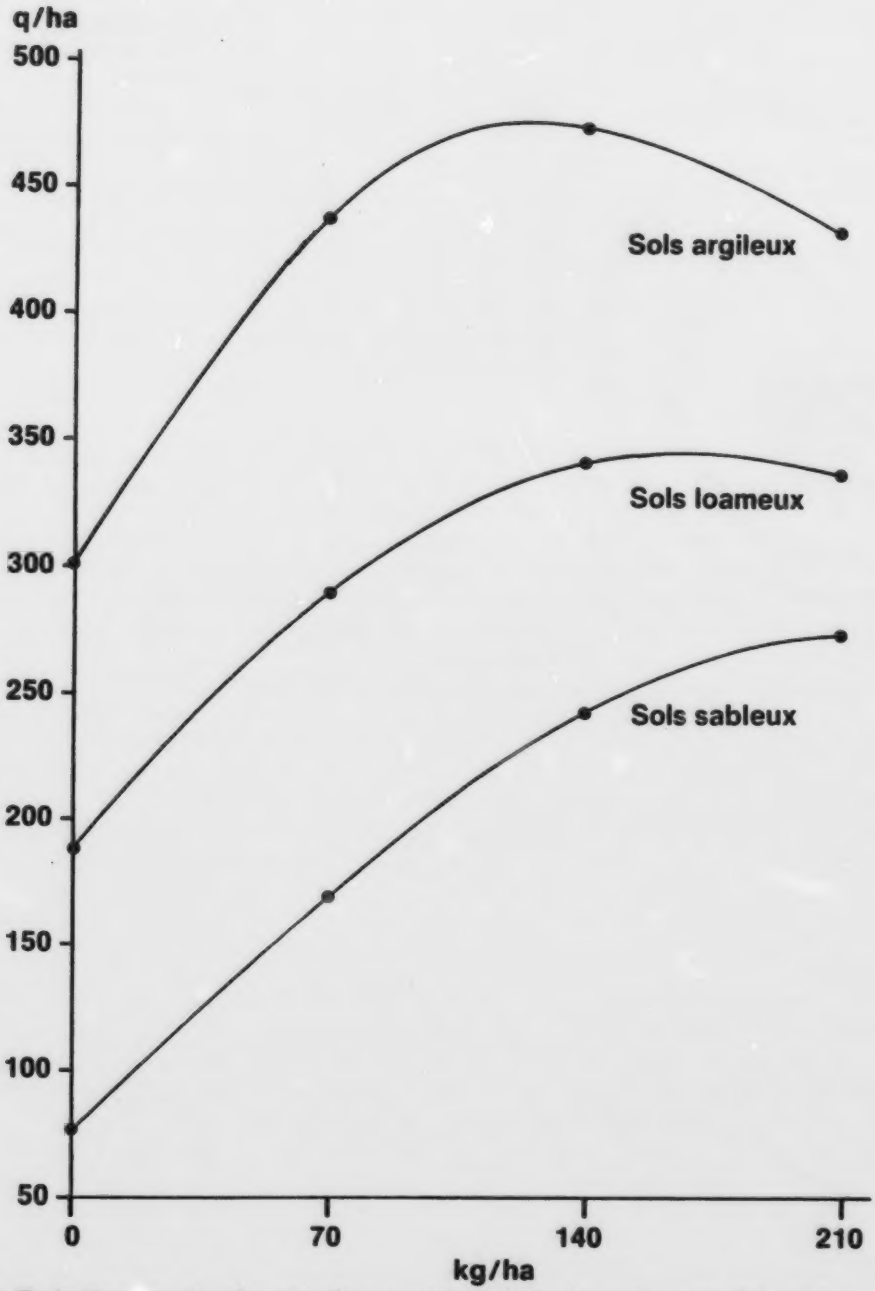



**Fig. 3 Relation entre le rendement total de la pomme de terre et les doses d'azote dans des sols de différentes textures**

**TABLEAU 1.**
**Rendement total et vendable de pommes de terre obtenu sur différents types de sols selon la réserve en eau utile**

| Texture | Rendement total q/ha | Rendement vendable q/ha | Réserve en eau utile % |
|---|---|---|---|
| Sable loameux | 250 | 190 | 8 |
| Loam sableux | 275 | 210 | 12 |
| Loam limono-graveleux | 295 | 235 | 16 |
| Loam | 325 | 260 | 18 |
| Loam limoneux | 350 | 280 | 22 |
| Loam argileux | 380 | 340 | 30 |
| Argile limoneuse | 440 | 400 | 34 |

Les besoins élevés en azote dans les sables risquent d'entraîner un lessivage et une contamination des nappes d'eau par les nitrates. Ce type de sols retient en effet peu les engrais azotés. Comme il s'écoule plus d'un mois entre la plantation et l'utilisation de l'engrais azoté par la plante, des pluies risquent de lessiver l'azote au printemps. Des techniques de fractionnement des doses d'azote par des applications au sol ou sur le feuillage ont été mises au point et expérimentées au Québec. Le fractionnement de la fumure azotée permet de maximiser l'efficacité des engrais en sols légers tout en étant plus sécuritaire pour l'environnement.

Le cycle physiologique de la pomme de terre et son développement varient également avec la classe texturale. La période végétative est habituellement plus longue en sols lourds et les plants sont plus développés. Il devient donc important d'ajuster à la fois la fertilisation azotée et le peuplement à l'hectare selon le type de sols. Ces deux facteurs sont déterminants sur le rendement et le calibre de la récolte et doivent être fixés simultanément en considérant le sol et la variété utilisée. Ce travail a pour but de déterminer la fertilisation azotée et l'espacement optimums entre les plantons de pommes de terre pour différentes classes texturales.

## EXPERIENCE AUX CHAMPS

Nous avons implanté neuf champs expérimentaux comportant 12 traitements (4 doses N X 3 espacements) répétés 4 fois. L'azote (0, 70, 140 et 210 kg N/ha) a été appliqué en bandes à la plantation avec une fumure complète P, K et Mg.

## Tableau 2 : Caractéristiques des sols utilisés

| Série | Texture | M.O. % | pH | N. total % | P kg/ha | K kg/ha | Ca kg/ha | Mg kg/ha | Réserve en eau utile % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| St-Pacôme | Sable loameux | 1.9 | 4.9 | 0.09 | 258 | 302 | 450 | 45 | 7.0 |
| De l'Anse | Argile limoneuse | 10.5 | 5.2 | 0.50 | 327 | 330 | 5040 | 275 | 34.0 |
| Neubois | Loam limoneux | 4.1 | 5.9 | 0.17 | 67 | 84 | 2690 | 92 | 24.0 |
| St-Laurent | Loam argileux | 2.8 | 6.3 | 0.23 | 187 | 134 | 4150 | 580 | 27.0 |
| De l'Anse | Argile limoneuse | 6.2 | 5.8 | 0.67 | 164 | 492 | 5600 | 694 | 32.0 |
| Fourchette | Loam limono-graveleux | 5.0 | 5.3 | 0.35 | 55 | 101 | 1260 | 72 | 15.0 |
| St-Damase | Sable loameux | 2.8 | 6.4 | 0.13 | 316 | 276 | 2030 | 109 | 10.0 |
| St-Laurent | Loam argileux | 3.6 | 6.6 | 0.18 | 90 | 83 | 3860 | 142 | 30.0 |
| Fourchette | Loam limono-graveleux | 2.2 | 6.4 | 0.10 | 88 | 82 | 2020 | 317 | 12.0 |

L'espacement entre les plantons (13, 20 et 28 cm correspond à un peuplement respectif de 86,000, 54,000 et 39,000 plants par hectare. Le cultivar Norland tranché en deux a été utilisé. La description des sols apparaît au tableau 2. Nous avons évalué pour chacune des parcelles le rendement total, le rendement vendable, la proportion de tubercules vendables, le poids spécifique et la couleur des croustilles. Pour les fins de cet exposé, nous avons regroupé les résultats en deux groupes. Le premier groupe comporte 5 sols lourds identifiés au tableau 2; ces sols possèdent une réserve en eau supérieure à 18%. Le second groupe comprend 4 sols légers avec une réserve en eau inférieure à 15%

## RESULTAT

### RENDEMENT

En ce qui concerne le rendement total de tubercules dans les sols lourds, il s'accroît avec la dose d'azote jusqu'a 140 kg N/ha (Tableau 3). A cette dose d'azote, le rendement maximum est obtenu avec un espacement de 13 cm ou de 20 cm; toutefois pour l'ensemble des doses, le rendement total maximum est obtenu avec un espacement de 13 cm. Le rendement vendable est au maximum avec une dose de 140 kg N/ha et un espacement de 20 cm (Tableau 4). Il semble donc qu'un peuplement de 54,000 plants/ha soit optimal pour la variété Norland en sols lourds fertilisée avec une dose de 140 kg N/ha.

TABLEAU 3

**Effet de l'espacement et de la dose d'azote sur le rendement total de la pomme de terre cultivée en sols lourds et en sols légers.**

| | R. total sols lourds ( q/ha ) | | | | | R. total sols légers ( q/ha ) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Espace E cm | N0 | N70 | N140 | N210 | Moy. | N0 | N70 | N140 | N210 | Moy. |
| | kg N/ha | | | | | kg N/ha | | | | |
| 13 | 373 | 440 | 445 | 425 | 421 | 200 | 256 | 307 | 313 | 269 |
| 20 | 372 | 433 | 444 | 409 | 415 | 194 | 268 | 303 | 311 | 269 |
| 28 | 355 | 406 | 409 | 395 | 391 | 176 | 266 | 301 | 318 | 265 |
| Moy. | 367 | 426 | 433 | 410 | | 190 | 263 | 303 | 314 | |
| F pour N | 14.9** | | | | | 63.5** | | | | |
| F pour E | 6.1** | | | | | 2.4 | | | | |
| F pour N x E | 1.8 | | | | | 1.8 | | | | |

** Significatif à $P = 0.01$

TABLEAU 4

**Effet de l'espacement et de la dose d'azote sur le rendement vendable de la pomme de terre cultivée en sols lourds et en sols légers.**

| | R. vendable sols lourds ( q/ha ) | | | | | R. vendable sols légers ( q/ha ) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Espace E cm | N0 | N70 | N140 | N210 | Moy. | N0 | N70 | N140 | N210 | Moy. |
| | kg N/ha | | | | | kg N/ha | | | | |
| 13 | 268 | 321 | 338 | 327 | 314 | 88 | 115 | 147 | 160 | 128 |
| 20 | 290 | 337 | 355 | 327 | 327 | 89 | 126 | 167 | 174 | 139 |
| 28 | 291 | 337 | 348 | 332 | 327 | 86 | 146 | 181 | 213 | 156 |
| Moy. | 283 | 332 | 347 | 329 | | 88 | 129 | 165 | 182 | |
| F pour N | 13.8** | | | | | 76.3** | | | | |
| F pour E | 5.7** | | | | | 9.5** | | | | |
| F pour N x E | 1.8 | | | | | 3.2** | | | | |

** Significatif à $P = 0.01$

En sols légers, le rendement maximal total est obtenu avec la dose 210 kg N/ha et un espacement de 28 cm. La même dose et le même espacement produisent la rendement maximal vendable. Le peuplement optimal en sols légers serait donc de 39,000 plants/ha soit 15,000 plants/ha de moins qu'en sols lourds. On constate encore ici qu'il faut une dose d'azote supérieure en sols légers pour produire un rendement bien inférieur à celui des sols lourds.

TABLEAU 5

**Effet de l'espacement et de la dose d'azote sur la proportion de pommes de terre vendables cultivées en sols lourds et en sols légers.**

| | %. vendable sols lourds | | | | | %. vendable sols légers | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Espace E cm | N0 | N70 | N140 | N210 | Moy. | N0 | N70 | N140 | N210 | Moy. |
| | kg N/ha | | | | | kg N/ha | | | | |
| 13 | 72 | 73 | 76 | 77 | 75 | 44 | 45 | 48 | 51 | 47 |
| 20 | 78 | 78 | 80 | 80 | 79 | 46 | 47 | 55 | 56 | 51 |
| 28 | 82 | 83 | 85 | 84 | 84 | 49 | 55 | 60 | 67 | 58 |
| Moy. | 77 | 78 | 80 | 80 | | 46 | 49 | 54 | 58 | |
| F pour N | 3.6* | | | | | 15.4** | | | | |
| F pour E | 15.6** | | | | | 15.3** | | | | |
| F pour N x E | 1.5 | | | | | 2.0 | | | | |

** Significatif à $P = 0.01$ * Significatif à $P = 0.05$

CLASSEMENT

La proportion des tubercules vendables s'accroît avec les doses d'azote et l'espacement (Tableau 5). On constate cependant que les sols légers montrent une réduction plus importante de la proportion de tubercules vendables que les sols lourds à mesure que le peuplement s'accroît. Les sols légers supportent mal un resserrement sur le rang qui accroît davantage la demande en eau. On ne peut donc songer à augmenter les peuplements en sols légers à moins de fournir de l'eau par irrigation.

TABLEAU 6

## Effet de l'espacement et de la dose d'azote sur le poids spécifique des pommes de terre cultivées en sols lourds et en sols légers.

| | Poids spécifique sols lourds | | | | | Poids spécifique sols légers | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Espace E cm | N0 | N70 | N140 | N210 | Moy. | N0 | N70 | N140 | N210 | Moy. |
| | kg N/ha | | | | | kg N/ha | | | | |
| 13 | 1.079 | 1.078 | 1.077 | 1.074 | 1.077 | 1.082 | 1.080 | 1.080 | 1.079 | 1.080 |
| 20 | 1.080 | 1.078 | 1.077 | 1.074 | 1.077 | 1.082 | 1.082 | 1.081 | 1.080 | 1.081 |
| 28 | 1.076 | 1.077 | 1.075 | 1.073 | 1.075 | 1.081 | 1.081 | 1.080 | 1.079 | 1.080 |
| Moy. | 1.078 | 1.078 | 1.076 | 1.074 | | 1.082 | 1.081 | 1.080 | 1.079 | |
| F pour N | 8.4** | | | | | 3.7* | | | | |
| F pour E | 3.9* | | | | | 2.1 | | | | |
| F pour N x E | 1.3 | | | | | 1.1 | | | | |

** Significatif à $P = 0.01$ * Significatif à $P = 0.05$

POIDS SPECIFIQUE

En ce qui concerne le poids spécifique qui est un indice de qualité et de matière sèche pour la pomme de terre de transformation, ce facteur est diminué par les doses d'azote alors qu'un peuplement plus élevé semble favoriser le poids spécifique (Tableau 6). Il est vraisemblable de penser que la disponibilité en azote pour chacun des plants est moindre à mesure que le peuplement s'accroît. L'accroissement du peuplement permet alors d'atténuer les effets négatifs des doses d'azote sur le poids spécifique. On constate aussi que les sols légers produisent généralement des tubercules de poids spécifique plus élevé que les sols lourds.

TABLEAU 7

## Effet de l'espacement et de la dose d'azote sur la couleur des croustilles des pommes de terre cultivées en sols lourds et en sols légers.

| | Couleur croustilles sols lourds | | | | | Couleur croustilles sols légers | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Espace E cm | N0 | N70 | N140 | N210 | Moy. | N0 | N70 | N140 | N210 | Moy. |
| | kg N/ha | | | | | kg N/ha | | | | |
| 13 | 48 | 48 | 48 | 47 | 48 | 63 | 65 | 67 | 63 | 65 |
| 20 | 50 | 51 | 49 | 48 | 50 | 60 | 64 | 64 | 60 | 62 |
| 28 | 45 | 49 | 47 | 46 | 47 | 60 | 61 | 65 | 64 | 63 |
| Moy. | 48 | 49 | 48 | 47 | | 61 | 63 | 65 | 62 | |
| F pour N | 1.1 | | | | | 1.7 | | | | |
| F pour E | 1.1 | | | | | 1.1 | | | | |
| F pour N x E | 0.8 | | | | | 0.7 | | | | |

COULEUR DES CROUSTILLES

Dans cette expérience, la fertilisation azotée et l'espacement entre les plants de pommes de terre n'ont pas affecté la couleur des croustilles (Tableau 7). Ceci peut, à première vue, sembler contradictoire avec plusieurs travaux de littérature qui rapportent une coloration plus foncée des croustilles proportionnellement avec les doses d'azote ajouté. Cette observation est vraie pour des cultivars tardifs pour lesquels les doses d'azote contribuent significativement à accroître leur contenu en sucres réducteurs à la récolte. Cependant, pour un cultivar hâtif comme la Norland, avec laquelle une maturité très satisfaisante est obtenue à l'arrachage, les doses d'azote n'ont pas d'effet sur la couleur des croustilles. On peut toutefois observé que les sols légers produisent généralement des croustilles plus pâles que les sols lourds.

## CONCLUSION

Une connaissance approfondie du sol peut aider à identifier les facteurs limitatifs de la production de la pomme de terre. La régie doit être également ajustée en considérant la nature du sol. La fertilisation azotée doit être différente en sols lourds et en sols légers. La recommandation du C.P.V.Q. est de 135 kg N/ha dans les sols lourds et de 175 kg N/ha en sols légers. Il est préférable de fractionner l'application de la dose d'azote en sols légers pour en augmenter l'efficacité et limiter le lessivage des nitrates. En ce qui concerne l'espacement entre les plantons pour la variété Norland, une distance de 20 cm (54,000 plants/ha) est optimale en sols lourds alors qu'en sols légers, un écartement de 28 cm (39,000 plants/ha) semble idéal. La qualité du tubercule reliée au poids spécifique de ce dernier varie aussi en fonction du type de sols et de la fertilisation. Les sols légers produisent généralement des tubercules de poids spécifique plus élevé que les sols lourds. L'accroissement du peuplement par hectare permet d'atténuer les effets négatifs des doses d'azote sur le poids spécifique. Pour la variété Norland, très hâtive, le peuplement à l'hectare et la fertilisation azotée ne semblent pas avoir d'effet sur la couleur des croustilles.

SYMPOSIUM POMME DE TERRE
C.P.V.Q.
13 NOVEMBRE 1987

# LA RÉGIE INTENSIVE, UNE APPROCHE RAISONNÉE

## "LA PLANTATION AVEC DES TUBERCULES ENTIERS: UN CHOIX"

CONFÉRENCE PRÉSENTÉE PAR

MARCEL MICHAUD
agronome et conseiller régional en horticulture
M.A.P.A.Q. - Rimouski (Québec)

## INTRODUCTION

Depuis quelques années, nous parlons de plus en plus de culture intensive de la pomme de terre. Cette approche nous permet d'identifier, dans chaque entreprise de production, les facteurs qui influencent le plus le rendement économique maximal recherché. C'est donc la recherche du maximum de récolte vendable, avec le minimum de superficie. C'est l'augmentation du volume de production à l'intérieur des clôtures.

Pour réaliser cette performance, il importe d'optimaliser une gamme d'interventions tout au long de la chaîne de production. Nous considérons cependant que le choix du mode de plantation demeure déterminant car, pour obtenir du rendement, il est nécessaire de planter une semence à fort potentiel qualitatif et quantitatif.

### Base du choix du mode de semis

La décision, pour un producteur de pomme de terre, de changer son mode de semis, devient aussi problématique que celle de changer de cultivar. Les avantages et les inconvénients d'utiliser des tubercules entiers ou des tubercules tranchés, dans la production de pomme de terre, varient d'une ferme à l'autre selon les objectifs de chaque programme de production, et selon les marchés de chaque producteur.

L'augmentation du potentiel de rendement d'une semence est proportionnelle au nombre de tiges (pas au nombre de plants) par acre ensemencée. Ce qui veut dire que plus il y aura de tiges à l'acre, plus il y aura de tubercules à l'acre. Cependant, cela ne se traduira pas automatiquement par une augmentation du rendement vendable.

La plantation par tubercules entiers offre un potentiel plus élevé de production de tiges à l'acre que les semences tranchées. Il devient donc essentiel pour le producteur, après avoir déterminé son marché, de choisir entre les tubercules entiers et les tubercules tranchés, car le choix sera différent s'il s'agit d'une récolte hâtive, d'une récolte tardive, d'une récolte destinée à la semence, d'une récolte destinée à la transformation ou d'une récolte dirigée vers un marché de table.

Il y aura également un choix de distance de plantation qui sera différent et qui devient plus critique avec les tubercules entiers.

L'objectif à atteindre pour le producteur de pomme de terre, dans la recherche d'un meilleur rendement, demeure donc l'augmentation du nombre de tiges à l'acre. La réalisation de cet objectif n'est pas aussi facile que l'on pourrait le croire. La plantation de tubercules entiers constitue le premier élément important, mais ce choix doit être associé à d'autres facteurs qui auront également une incidence sur le nombre de tiges par acre.

L'âge physiologique de la semence sera aussi déterminant sur le nombre de tiges par acre, car une semence jeune a tendance à produire moins de tiges qu'une semence préréchauffée ou prégermée, tandis qu'une semence mal conservée et trop germée produira des tiges plus faibles ou parfois du boulage.

Le premier choix du producteur se fera donc entre deux modes de semis: - tubercules tranchés ou tubercules entiers -.

Dans le but d'aider le producteur à faire ce choix, nous établirons les avantages et les inconvénients de chaque mode en tenant compte que les producteurs Québécois utilisent surtout des variétés à gros tubercules tels que Superior, Kennebec, Chieftain, Norland, Shepody, Atlantic et Trent.

Tubercules tranchés

Avantages

1. Le tranchage permet d'ensemencer un acre de pommes de terre avec moins de semence (25 à 30 sacs de 34 kilogrammes).

2. Le tranchage diminue l'incidence de la dominance apicale sur les tubercules jeunes et insuffisamment réchauffés.

3. Le tranchage favorise la formation plus hâtive des tubercules.

4. Le tranchage permet l'utilisation d'un planteur conventionnel déjà présent sur la plupart des fermes.

Inconvénients

1. Le tranchage nécessite l'utilisation d'une trancheuse, avec tous les inconvénients que cela comporte.

2. Le tranchage exige de la main d'oeuvre additionnelle.

3. Le tranchage occasionne une blessure importante au tubercule qui devient vulnérable aux maladies et aux conditions climatiques adverses.

4. Le tranchage, associé à un planteur piqueur, constitue un moyen de dissémination des maladies bactériennes, fongiques et virales.

5. Le tranchage nécessite l'utilisation d'un ou deux fongicides de protection de la semence.

6. Le tranchage affecte sensiblement certaines variétés telles que Chieftain, Gemseg, Trent et Yukon Gold.

7. Le tranchage occasionne des manques à la levée par la présence d'éclats sans germe (aveugles).

8. Le tranchage provoque l'irrégularité de l'ensemencement et de la population de tiges par acre, à cause du manque de régularité dans la grosseur des éclats et du manque de régularité du nombre de tiges par plant, ce qui occasionnera une irrégularité dans la récolte.

   La production de récolte de qualité, avec la technique du tranchage des tubercules, exige une technicité très élevée et nous devons constater que seulement une minorité de producteurs y parviennent.

Tubercules entiers

L'ensemencement de toutes les superficies en pomme de terre avec des tubercules entiers constitue une technique qui nécessite un changement majeur dans les travaux de plantation.

Plusieurs producteurs utilisent des tubercules entiers de petit calibre (1 1/2 à 3 onces) qu'ils plantent pour une partie de leurs superficies avec le planteur conventionnel.

L'efficacité et l'économie de ce mode de semis n'est plus à démontrer, mais il importe de considérer les avantages et les inconvénients de planter toutes les superficies avec des tubercules entiers de tout calibre.

Avantages

1. La plantation avec des tubercules entiers élimine les travaux de tranchage, la trancheuse, et le surplus de main d'oeuvre nécessité par ces travaux.

2. La plantation par tubercules entiers élimine l'utilisation de fongicides de protection de semence.

3. La plantation par tubercules entiers élimine les dangers de dissémination des maladies occasionnées par la trancheuse. Cette opération, combinée à l'utilisation d'un planteur à godets ou à courroie, diminue considérablement les risques de multiplication de maladies telles que Jambe Noire, Flétrissement bactérien, Flétrissement verticillien et toutes les infections par les champignons du sol.

4 La plantation par tubercules entiers assure une répartition plus uniforme des plants, par l'élimination des manques causés par les éclats sans germe ou trop petits.

5. La plantation par tubercules entiers assure l'utilisation optimale du potentiel de reproduction de chaque tubercule, par l'augmentation du nombre de tiges à l'acre.

6. La plantation par tubercules entiers contribue à l'augmentation du rendement vendable, en assurant plus d'uniformité dans la récolte.

7. La plantation par tubercules entiers contribue à rentabiliser l'utilisation d'autres intrants tels que la fertilisation, les pesticides et l'irrigation.

Inconvénients

1. La plantation par tubercules entiers nécessite une plus grande quantité de semence. Cette quantité sera variable selon le calibre des tubercules dans la semence, et selon le taux de semis retenu par le producteur.

2. La plantation par tubercules entiers nécessite la modification du planteur ou l'achat d'un planteur à godets.

3. La plantation par tubercules entiers nécessite l'achat de semence calibrée ou le calibrage de la semence à la ferme.

4. La plantation par tubercules entiers retarde la tubérisation (dans des conditions normales), donc retarde également la maturité.

LE CHOIX

La décision de changer de mode de semis appartient, bien sûr, aux producteurs qui prendront en considération les avantages et les inconvénients des différents modes.

Mais, de la théorie à la pratique, il y a souvent des marges plus ou moins grandes, et des incidences économiques pas toujours réalisables.

L'intervention, le désir et l'intérêt de l'entreprise Productions JMD, producteur de pomme de terre de semence dans le Témiscouata, de vérifier la rentabilité de la plantation avec des tubercules entiers, nous a amenés, avec la collaboration technique et financière d'Agriculture Canada, dans le cadre du programme Plan de l'Est, à établir un protocole de mise au point technique pour la production de pommes de terre de semence à partir de la plantation de tubercules entiers.

Vous trouverez les résultats de cet essai, dans le texte préparé par Monsieur Sylvestre.

À l'analyse des premiers résultats obtenus dans le projet de la ferme Productions JMD, nous avons réalisé qu'il serait également nécessaire de mesurer la pertinence de l'utilisation de ce mode de semis à la production de pommes de terre destinées à la table ou à la transformation.

Cette fois, avec la collaboration de la ferme Réjean E. Bourdages de Bonaventure, et d'Agriculture Canada, nous avons établi un protocole pour des essais de production de pommes de terre de table.

Le projet de la Ferme Bourdages

Ce projet avait pour objectif de déterminer les distances de plantation et les calibres (grosseur des tubercules) convenant à la production des variétés Kennebec et Superior, en composant les modes de plantation de tubercules entiers et de tubercules tranchés.

L'essai a porté sur deux calibres de tubercules entiers et un calibre de tubercules tranchés.

Les petits tubercules entiers ont été calibrés de 1 1/2 à 4 onces, et les gros tubercules entiers l'ont été de 4 à 8 onces. Les semences tranchées pour la variété Kennebec ont atteint la moyenne de 2 onces, à partir de tubercules calibrés entre 4 à 8 onces. Les tubercules de variété Superior ont également atteint une moyenne de 2 onces, mais à partir d'une semence de 1 1/2 à 8 onces.

Nous retrouvons les résultats des essais dans les tableaux en annexe. Le cultivar Superior n'a été introduit dans l'essai qu'en 1987.

COMMENTAIRES ET CONCLUSION

La plantation par tubercules entiers deviendra le mode de semis le plus recommandé au Québec.

Il appartiendra à chaque producteur de trouver, avec l'aide de ses conseillers, les calibres et les taux de semis qui lui donneront l'augmentation de rendement recherchée.

Il importera de bien calibrer les semences et nos recommandations pour la plantation de tubercules entiers vont déjà vers le poids d'une once et demie à trois pour les petits tubercules, de trois à six pour les gros, et de six à huit ou plus au tranchage.

Il sera techniquement impossible aux producteurs de semence de fournir ces calibres car on a qu'à imaginer la classification d'au moins deux classes de semence, d'au moins deux variétés, et maintenant, de trois calibres par classe et par variété, et ce, avec la livraison en vrac (1/2 remorque de 1 1/2 à 3 onces - 1/4 de remorque de 3 à 6 onces - 1/4 de remorque de 6 à 8 onces). Nous venons d'établir le plus beau casse-tête à réaliser durant une période de six à huit semaines.

L'opération tranchage sera remplacée par l'opération calibrage si l'on désire obtenir le rendement économique maximal.

La plantation par tubercules entiers nous apparaît comme une technique déjà à la portée de plusieurs producteurs, mais le choix des calibres et des machines doit être bien planifié.

Marcel Michaud, agronome

TABLEAU I

PETITS TUBERCULES ENTIERS

| CRITÈRES | KENNEBEC | KENNEBEC | SUPERIOR |
|---|---|---|---|
| Date de semis | 26-05-86 | 17-05-87 | 09-05-87 |
| Fertilisants (lb/acre + 2,4% Mg) | 1400 de 8-12-12 | 1450 de 10-16-16 | 1500 de 10-10-12 |
| Grosseur moyenne | 3 onces (1.5 à 4) | 4 onces (1.5 à 4) | 3,3 onces (1.5 à 5) |
| Distance programmée | 10 pouces | 11 pouces | 12 pouces |
| Distance réalisée | 10 pouces | 15.6 pouces | 12 pouces |
| Taux des semis (sacs de 75 lb) | 43.3 | 38.6 | 40 |
| Nombre de tiges/acre | 73560 | 63888 | 55176 |
| Rendement total (livre/acre) | 23353 | 34750 | 36700 |
| Rendement table (livre/acre) | 18876 | 28250 | 29500 |
| Petits tubercules (livre/acre) | 4477 | 5200 | 7200 |
| % de petites tubercules | 19% | 15% | 19.6% |

Note: Planteur Gruse 2 rangs

TABLEAU II

Moyens tubercules entiers

| CRITERES | KENNEBEC | KENNEBEC | SUPERIOR |
|---|---|---|---|
| Date de semis | 27-05-86 | 18-05-87 | 14-06-87 |
| Fertilisants (lb/acre + 2,4% Mg) | 1400 de 8-12-12 | 1450 de 10-16-16 | 1500 de 10-10-12 |
| Grosseur moyenne | 6.7onces (4 à 8) | 4.2 onces (3 à 6) | 4.1 onces (3 à 6) |
| )istance programmée | 12 pouces | 14 pouces | 15 pouces |
| )istance réalisée | 13.3 pouces | 15.6 pouces | 12,9 pouces |
| 'aux des semis sacs de 75 lb) | 73.3 | 37.2 | 45 |
| lombre de tiges/acre | 73560 | 65340 | 66066 |
| :endement total livre/acre) | 30492 | 36400 | 40450 |
| :endement table livre/acre) | 25531 | 31200 | 34200 |
| 'etits tubercules livre/acre) | 4961 | 5200 | 6250 |
| ; de petites tubercules | 16% | 14% | 15.4% |

**TABLEAU III**

**Tubercules tranchés**

| CRITÈRES | KENNEBEC | KENNEBEC | SUPERIOR |
|---|---|---|---|
| Date de semis | 27-05-86 | 18-05-87 | 11-05-87 |
| Fertilisants (lb/acre + 2,4% Mg) | 1400 de 8-12-12 | 1450 de 10-16-16 | 1500 de 10-10-12 |
| Grosseur moyenne | 1.7 onces | 2.4 onces | 3.2 onces |
| Distance programmée | 11 pouces | 9 pouces | 10 pouces |
| Distance réalisée | 12 pouces | 10.6 pouces | 15.6 pouces |
| Taux des semis (sacs de 75 lb) | 33.3 | 33.3 | 30.6 |
| Nombre de tiges/acre | 73560 | 63888 | 58806 |
| Rendement total (livre/acre) | | | |
| Rendement table (livre/acre) | 19844 | 26750 | 31700 |
| Petits tubercules (livre/acre) | 5929 | 5750 | 4200 |
| % de petites tubercules | 23% | 17.7% | 11.7% |

**TABLEAU IV**

**Comparaison des modes de semis**

| VARIETES | ENTIERS PETITS | ENTIERS MOYENS | TRANCHES |
|---|---|---|---|
| **KENNEBEC 1986** | | | |
| Calibre | 3 onces | 6.7onces | 2.7 onces |
| SEMIS en 75 lb | 43.3 sacs | 73.3 sacs | 33.3 sacs |
| Rendement table en sacs 50 lb | 377 | 510 | 397 |
| Revenus (55,33 $) | 2009,41 | 2718,30 | 2116,01 |
| Coût de semence (4,43$) | (191,81) | (324,72) | (147,52) |
| R.-Semence | 1817,60 | 2393,58 | 1968,43 |
| **KENNEBEC 1987** | | | |
| Calibre | 4 onces | 4.2 onces | 2.4 onces |
| SEMIS en 75 lb | 38.6 sacs | 37.2 sacs | 33.3 sacs |
| Rendement table (sacs 50 lb) | 565 | 624 | 535 |
| Revenus (4,50) | 2542,50 | 2808,00 | 2407,50 |
| Coût de semence (9,53) | (367,86) | (354,52) | (317,35) |
| R.-Semence | 2174,64 | 2453,48 | 2090,15 |
| **SUPERIOR 1987** | | | |
| Calibre | 3.3 onces | 4.1 onces | 3.2 onces |
| Semis en 75 lb | 40 | 45 | 30.6 |
| Rendement table (sacs 50 lb) | 590 | 684 | 634 |
| Revenus (4,50) | 2655,00 | 3078,00 | 2853,00 |
| Coût de semence (8,93) | (357,20) | (401,85) | (273,26) |
| R.-Semence | 2297,80 | 2676,15 | 2579,74 |

# COMPARAISON ENTRE LA PLANTATION TRANCHÉE ET RONDE DANS L'OPTIQUE DE LA PRODUCTION DE SEMENCE DE POMME DE TERRE

Conférence présentée à l'occasion du
Symposium sur la pomme de terre

Le 13 novembre 1987

préparée par

Pierre-Thomas Sylvestre
Agronome

Agriculture Canada
Centre d'épuration et certification des pommes de terre
La Pocatière

COMPARAISON ENTRE LA PLANTATION TRANCHEE ET RONDE DANS L'OPTIQUE DE LA PRODUCTION DE SEMENCE DE POMME DE TERRE.

Cet essai fut possible grâce au programme de Développement Economique Canada pour la région Gaspésie et Bas St-Laurent et fut réalisé à Lejeune chez les Productions J.M.D. Inc.

Les objectifs du projet étaient les suivants:

1- Augmenter la qualité de la semence produite.

2- Minimiser la dissémination des maladies virales et bactériennes.

3- Produire des tubercules de semence plus uniformes et plus petits.

4- Diminuer les coûts d'élagage.

5- Evaluer les coûts de cette technique comparativement à celle conventionnelle (tranchée).

Le projet a été structuré de façon à ce que des superficies de plantation ronde et tranchée se retrouvent dans un même champ pour une comparaison plus précise. Voici les distances de plantation pour les différents calibres plantés ronds pour les cultivars employés soit Kennebec et Superior:

| | |
|---|---|
| <u>Calibre petit</u> | Kennebec - 8 po. |
| ½ à 4 oz. | Superior - 9 po. |
| <u>Calibre moyen</u> | Kennebec - 10 po. |
| 4 à 6 oz. | Superior - 11 po. |
| <u>Calibre gros</u> | Kennebec - 12 po. |
| 6 à 8 oz. | Superior - 13 po. |

Pour les mêmes cultivars, mais tranchés, voici les distances de plantation:

Kennebec - 7 à 8 po.
Superior - 8 à 9 po.

De nombreuses données ont été recueillies, permettant ainsi de comparer la valeur des deux types de plantation, dans un optique de production de semence pour les deux cultivars les plus employés au Québec. Les chiffres servant aux comparaisons sont des moyennes de trois ans de production, sauf ceux comparant l'état phytosanitaire qui sont pour une année seulement.

En analysant les données de cet essai, nous pouvons voir au tableau I, que la quantité de semence employée est en général plus basse dans la pomme de terre plantée tranchée pour s'accroître à mesure que croît le calibre de semence plantée rond, exception pour la variété Superior où le calibre petit emploie légèrement moins de semence que la tranchée.

Quant à la récolte du calibre semence (1½ à 8 oz) c'est dans la tranchée qu'elle est la moins importante, pour s'accroître à mesure que le calibre planté rond s'accroît.

Pour ce qui est de la récolte calibre grosse (8 oz et plus), toujours dans le tableau no I, on réalise que c'est dans la pomme de terre plantée tranchée que le volume est le plus important suivi du calibre planté rond; venant ensuite le calibre petit, pour terminer par le calibre moyen. En résumé, c'est dans la plantation tranchée que nous récoltons le moins du calibre semence et le plus du calibre grosse.

En comparant le nombre de tige par plant figurant au tableau II, c'est dans la pomme de terre tranchée qu'il s'en trouve le moins pour augmenter régulièrement du petit calibre planté rond vers le gros calibre aussi planté rond.

Quant au poids moyen des tubercules, c'est dans la tranchée qu'il est le plus important et dans la pomme de terre plantée ronde de calibre moyen qu'il est le plus bas.

Pour ce qui est du nombre de tubercules par plant, c'est de toute évidence dans la pomme de terre plantée tranchée qu'il est le moindre pour s'accroître dans la plantation ronde à mesure que s'accroît le calibre.

Au tableau III, nous pouvons apprécier la tendance de la récolte réelle en sac de 75 lbs à l'acre; elle est la plus basse dans la pomme de terre tranchée pour s'accroître à mesure que s'accroît la grosseur du calibre planté rond; ce qui suit en quelque sorte la quantité de semence plantée. Quant au nombre de plant à l'acre il est le plus bas dans la plantation entière de gros calibre. Ce nombre de plant à l'acre est fonction de l'espacement entre les plantons.

Le tableau IV nous renseigne sur le coût de la semence; ces coûts suivent les quantités employées c'est-à-dire qu'ils sont au plus bas dans la pomme de terre coupée pour augmenter dans la pomme de terre plantée à mesure qu'augmente le calibre exception faite de la Superior où le petit calibre rond qui est plus économique que la tranchée.

Toujours au tableau IV nous pouvons voir que le prix de vente de la semence est le plus bas dans la pomme de terre tranchée et le plus haut dans la pomme de terre plantée ronde de gros calibre pour la Superior et de moyen calibre pour la Kennebec. Si l'on considère le coût de la semence net (prix de vente semence moins coût semence) c'est encore dans la pomme de terre tranchée que c'est le moins lucratif et dans la pomme de terre plantée ronde de calibre moyen où cela s'avère le plus intéressant.

Quand l'on considère au tableau V le prix de vente de la pomme de terre de gros calibre ainsi que le prix net de la vente de semence, il est évident que financièrement parlant il est plus intéressant de cultiver de la semence de pomme de terre à partir de tubercules ronds. Pour le cultivar Kennebec c'est le petit calibre qui s'avère le plus intéressant; pour le cultivar Superior l'essai montre que c'est le gros calibre mais la différence entre les calibres est petite.

Au point de vue phytosanitaire la plantation ronde s'avère avantageuse. Aux tableaux VI et VII lors des premières inspections au début de la saison on remarque déjà que les pourcentages de jambe noire pour le cultivar Kennebec planté tranché excède les pourcentages de tolérance pour la jambe noire et est rejeté à la certification, tandis que la

plantation ronde tout calibre est acceptée. Pour le cultivar Superior on remarque que la plantation tranchée est sur la limite d'acceptation pour la verticiliose.

Quant à la plantation ronde, au point de vue phytosanitaire, aucune différence notable entre les calibres mais un pourcentage de maladie inférieur à ce que l'on retrouve dans la plantation tranchée.

TABLEAU I

| Cultivar & Traitement | Quantité plantée Sac de 75 lbs/acre | Récolte selon le % du calibre semence 75 lbs/acre | Récolte selon le % calibre grosse (8 oz et +) 75 lbs/acre |
|---|---|---|---|
| Ken — Tranché | 35.58 | 252.27 | 31.07 |
| Ken — Petit (Rond) (1 1/2-4 oz) | 39.22 | 281.73 | 24.73 |
| Ken — Moyen (Rond) (4-6 oz) | 58.95 | 298.09 | 19.33 |
| Ken — Gros (Rond) (6-8 oz) | 71.33 | 296.20 | 29.77 |
| Sup — Tranché | 34.66 | 293.60 | 62.50 |
| Sup — Petit (Rond) (1 1/2-4 oz) | 33.48 | 342.05 | 48.57 |
| Sup — Moyen (Rond) (4-6 oz) | 55.16 | 388.31 | 37.87 |
| Sup — Gros (Rond) (6-8 oz) | 76.80 | 396.77 | 50.83 |

TABLEAU II

| Cultivar & Traitement | Nombre de tiges par plant | Poids moyen des tubercules récoltés | Nombre de tubercules par plant |
|---|---|---|---|
| Ken — Tranché | 3.75 | 3.96 | 5.18 |
| Ken — Petit (Rond) (1 1/2-4 oz) | 4.80 | 3.61 | 6.10 |
| Ken — Moyen (Rond) (4-6 oz) | 6.49 | 3.48 | 7.06 |
| Ken — Gros (Rond) (6-8 oz) | 7.19 | 3.56 | 8.46 |
| Sup — Tranché | 2.97 | 4.60 | 6.41 |
| Sup — Petit (Rond) (1 1/2-4 oz) | 3.31 | 3.78 | 7.61 |
| Sup — Moyen (Rond) (4-6 oz) | 4.66 | 3.62 | 11.00 |
| Sup — Gros (Rond) (6-8 oz) | 6.57 | 3.63 | 13.20 |

TABLEAU III

| Cultivar & Traitement | Quantité plantée Sac de 75 lbs/acre | Récolte réelle Sac de 75 lbs/acre | Nombre de plants par acre |
|---|---|---|---|
| Ken — Tranché | 35.58 | 283.38 | 236.52 |
| Ken — Petit (Rond) (1 1/2-4 oz) | 39.22 | 306.52 | 236.96 |
| Ken — Moyen (Rond) (4-6 oz) | 58.95 | 317.49 | 207.10 |
| Ken — Gros (Rond) (6-8 oz) | 71.33 | 326.00 | 182.08 |
| Sup — Tranché | 34.66 | 356.12 | 224.64 |
| Sup — Petit (Rond) (1 1/2-4 oz) | 33.48 | 390.68 | 238.34 |
| Sup — Moyen (Rond) (4-6 oz) | 55.16 | 426.22 | 193.08 |
| Sup — Gros (Rond) (6-8 oz) | 76.80 | 447.66 | 163.72 |

TABLEAU IV

| Cultivar & Traitement | Coût semence à l'acre à $8.28 le 75 lbs Elite II | Prix de vente selon E-III à $8.52 le 75 lbs | Prix de vente de la semence récoltée moins coût semence |
|---|---|---|---|
| Ken — Tranché | 296.53 | 2 165.37 | 1 868.70 |
| Ken — Petit (Rond) (1 1/2-4 oz) | 319.02 | 2 383.02 | 2 063.93 |
| Ken — Moyen (Rond) (4-6 oz) | 476.16 | 2 579.66 | 2 103.17 |
| Ken — Gros (Rond) (6-8 oz) | 577.81 | 2 571.41 | 1 993.30 |
| Sup — Tranché | 288.29 | 2 460.61 | 2 172.03 |
| Sup — Petit (Rond) (1 1/2-4 oz) | 263.11 | 2 894.53 | 2 631.40 |
| Sup — Moyen (Rond) (4-6 oz) | 443.00 | 3 275.15 | 2 832.07 |
| Sup — Gros (Rond) (6-8 oz) | 615.52 | 3 384.09 | 2 768.40 |

TABLEAU V

| Cultivar & Traitement | Prix de vente grosse à $7.43 du 75 lbs | Prix de vente de la semence net et grosse | Différence des gains entre pommes de terre tranchées et rondes de différentes grosseurs à l'acre |
|---|---|---|---|
| Ken — Tranché | 251.02 | 2 119.47 | — |
| Ken — Petit (Rond) (1 1/2-4 oz) | 205.42 | 2 269.37 | 284.73 |
| Ken — Moyen (Rond) (4-6 oz) | 143.57 | 2 247.03 | 262.38 |
| Ken — Gros (Rond) (6-8 oz) | 238.00 | 2 231.30 | 247.15 |
| Sup — Tranché | 434.55 | 2 606.77 | — |
| Sup — Petit (Rond) (1 1/2-4 oz) | 322.66 | 2 953.97 | 347.22 |
| Sup — Moyen (Rond) (4-6 oz) | 245.80 | 3 077.87 | 471.07 |
| Sup — Gros (Rond) (6-8 oz) | 345.09 | 3 113.43 | 506.77 |

TABLEAU VI

| | | 1ère INSPECTION 25 JUILLET | |
|---|---|---|---|
| | | Kennebec | Superior |
| Tranchée | Jambe Noire | 0.06 | – |
| | Mosaïque | – | 0.08 |
| | Enroulement | 0.12 | 0.02 |
| | Verticilliose | – | – |
| Ronde Petite | Mosaïque | – | 0.06 |
| | Enroulement | 0.09 | 0.02 |
| | Jambe Noire | – | – |
| | Verticilliose | – | – |
| Ronde Moyenne | Mosaïque | – | 0.02 |
| | Enroulement | 0.04 | 0.02 |
| | Verticilliose | – | – |
| | Jambe Noire | – | – |
| Ronde Grosse | Mosaïque | – | 0.04 |
| | Enroulement | 0.07 | 0.02 |
| | Verticilliose | – | – |
| | Jambe Noire | – | – |
| Tranchée | Mosaïque | 0.02 | 0.08 |
| | Enroulement | 0.07 | – |
| | Verticilliose | – | – |
| | Jambe Noire | 0.20 | – |

TABLEAU VII

| | | 2e INSPECTION 9 AOÛT | |
|---|---|---|---|
| | | Kennebec | Superior |
| Tranchée | Jambe Noire | 0.25 | — |
| | Mosaïque | — | — |
| | Enroulement | — | — |
| | Verticilliose | — | 0.09 |
| Ronde Petite | Mosaïque | — | — |
| | Enroulement | 0.03 | — |
| | Jambe Noire | 0.03 | 0.10 |
| | Verticilliose | — | — |
| Ronde Moyenne | Mosaïque | — | 0.04 |
| | Enroulement | 0.05 | — |
| | Verticilliose | — | 0.09 |
| | Jambe Noire | 0.02 | — |
| Ronde Grosse | Mosaïque | — | — |
| | Enroulement | 0.04 | — |
| | Verticilliose | — | 0.05 |
| | Jambe Noire | 0.07 | — |
| Tranchée | Mosaïque | — | — |
| | Enroulement | — | 0.04 |
| | Verticilliose | — | 0.16 |
| | Jambe Noire | 1.70 | — |

TABLEAU VIII

| | | 3e INSPECTION 23 AOÛT | 16 AOÛT |
|---|---|---|---|
| | | Kennebec | Superior |
| Tranchée | Jambe Noire | 7.0 (REJETÉ) | — |
| | Mosaïque | — | — |
| | Enroulement | — | — |
| | Verticilliose | — | 0.16 |
| Ronde Petite | Mosaïque | — | — |
| | Enroulement | — | — |
| | Jambe Noire | 0.06 | — |
| | Verticilliose | — | 0.09 |
| Ronde Moyenne | Mosaïque | — | — |
| | Enroulement | — | — |
| | Verticilliose | — | 0.03 |
| | Jambe Noire | 0.05 | 0.03 |
| Ronde Grosse | Mosaïque | — | — |
| | Enroulement | — | — |
| | Verticilliose | — | 0.06 |
| | Jambe Noire | 0.05 | — |
| Tranchée | Mosaïque | — | — |
| | Enroulement | — | — |
| | Verticilliose | — | 0.19 |
| | Jambe Noire | 8.0 (REJETÉ) | 0.03 |

# LA PLANTATION DE TUBERCULES ENTIERS POUR LA POMME DE TERRE, VARIÉTÉ SUPERIOR

Conférence présentée à l'occasion du
Symposium sur la pomme de terre

Le 13 novembre 1987

préparée par

Michel Tennier
Agronome

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries
et de l'Alimentation du Québec
L'Assomption

Plusieurs essais ont été réalisés par les producteurs du Québec sur le sujet de la plantation de tubercules entiers.

La grande majorité de ces essais, dont on a beaucoup entendu parler ont été cependant faits dans le cadre de la production de pomme de terre de semences; une production qui commande une récolte d'un grand nombre de petits tubercules pour un même rendement. Il est alors facile de concevoir que si l'on plante entier, d'une part on augmente le nombre de tiges et par ricochet, le nombre de tubercules. D'autre part, on peut réussir à contrôler certaines maladies qui préoccupent à haut point le producteur de plants telles que les mosaïques, la jambe noire ou la verticilliose.

Le contexte est assez différent lorsqu'on aborde la pomme de terre de table. Premièrement, on ne recherche pas un rendement de petits tubercules, au contraire, les jumbos sont souvent recherchées. Bien qu'importantes dans certains cas les maladies comme la mosaïque préoccupent peu le producteur de table.

La première chose que l'on constate dans le dossier, c'est le grand besoin de recherche en régie de culture des variétés de pommes de terre. Nos données proviennent d'observations que nous avons faites dans les champs de producteurs.

Ayant manqué de temps au cours de l'été, je me suis limité dans mes observations à la variété Superior.

J'aimerais remercier Mme Odette Savignac que certains producteurs ont bien connu et qui a travaillé au recueil de données au cours de l'été. Je tiens aussi à remercier tous les producteurs de la Région 10 qui nous ont permis de recueillir nos informations. La participation de nos producteurs, comme vous le savez, est essentielle à l'avancement d'un tel travail.

On peut désormais, je pense, considérer la plantation entière comme définitivement implantée au Québec au niveau de la pommes de terre de table.

Cette année seulement, la Région 10 s'est enrichie de près de 7 ou 8 planteurs à godets. Ces planteurs représentent un investissement majeur pour les producteurs puisque le prix en est assez élevé et qu'ils nécessitent dans bien des cas plusieurs ajustements avant de bien fonctionner.

La première question que l'on peut se poser est la suivante:

QUESTION 1
Les planteurs à godets améliorent-ils la plantation?

Je pense que oui. Les champs plantés de tubercules ronds avec les planteurs lèvent mieux et sont beaucoup plus réguliers. (diapos) Par la suite, on peut penser que les autres paramètres de la culture suivent la même tendance.

QUESTION 2
Est-il vraiment avantageux de planter des tubercules entiers?

Pour répondre à cette question, regardons premièrement le tableau suivant, ces résultats proviennent de deux fermes de la région, Clément Chartier de St-Thomas-de-Joliette et la Ferme Rivest de Rawdon.

TABLEAU 1
Ce premier tableau nous fait voir premièrement qu'il ne semble pas y avoir de différence très marquée sur la distribution des semences que l'on ajuste le planteur à 13 ou 14 po.; la même chose pour les rendements.

Là où la différence semble se faire sentir, c'est au niveau de la plantation de tubercules tranchés. La diminution du rendement y va de 54 à 129 quintaux si l'on compare avec les champs plantés de tubercules entiers.

Il faut préciser ici que les tubercules tranchés ont été plantés avec le même planteur à godets. La distribution régulière des plantes s'explique par le fait que le producteur a utilisé une trancheuse spéciale (dite équarrisseuse) pour couper ses semences. Il est donc bon de dire qu'il est possible de planter des tubercules tranchés avec ce type de planteurs à condition de ne pas utiliser la trancheuse conventionnelle.

Décomposons maintenant le rendement de nos parcelles.

TABLEAU II
De ce tableau les données de répartition des calibres pour le cas de la plantation tranchée semblent être les plus loquaces. En effet, seules les plantations tranchées montrent un niveau relativement plus élevé de petits tubercules (38% par rapport à une moyenne de 23% pour les autres).

La diminution de rendement dans le cas des tubercules tranchés s'attribue probablement à la faiblesse relative des semences.

L'histogramme suivant montre que le poids moyen des fragments utilisés pour la plantation des parties tranchées se situe aux environs de 2 onces. Dans le cas des plantations entières, les données que nous avons fixent le poids moyen des plants aux environs de 4 à 4.5 onces.

Si on revient à notre question, à savoir s'il est avantageux de planter des tubercules entiers, d'après nos données, il devient évident que l'on peut répondre par l'affirmative.

L'autre question qui nous vient alors à l'esprit est la suivante:

QUESTION 3
Bien qu'il soit avantageux de planter des tubercules entiers, y a t'il un optimum de grosseur?

Nos données ne nous permettent pas de répondre directement à cette question, laissez-moi cependant vous faire part de quelques remarques qui pourront vous permettre de cerner une réponse.

On a vu que plus on plante de gros plants, plus le rendement a tendance à augmenter. Cependant, dans le cas de la production de table, pour conserver le calibre gros, on se doit d'augmenter en plus la distance de plantation.

Le tableau suivant (TABLEAU III) donne certains taux de semis pour la variété SUPERIOR en fonction des distances de plantation. On peut, comme vous voyez, dégager une zone optimum de plantation où les rendements augmenteront à mesure que le poids moyen ainsi que la distance entre les plants s'élèveront.

Où arrête t'on, en se déplaçant vers la droite dans cette zone optimum. C'est ici que les données font défaut. Tout nous porte à croire que le poids optimum des plants entiers puisse si situer aux environs de 4.5 onces. Au delà de cette limite, le coût de la semence risque de devenir prohibitif en plus du rendement qui risque de diminuer.

A la question, on veut donc répondre qu'il semble y avoir un optimum de poids pour une plantation entière.

Une autre question nous vient alors à l'esprit.

QUESTION 4
Est-il rentable de faire des plantations entières?

A certains moments, il faut laisser parler notre raison, à d'autres, notre coeur; il est maintenant temps de laisser parler le porte-feuille.

Le tableau suivant compare trois modes de culture. Le premier, hypothétique dans notre cas, mais très vraisemblable dans la réalité du Québec, se fait avec une trancheuse conventionnelle, plantation à 12 po. et donnant un rendement de 275 q/a. Les deux autres correspondent l'un à notre cas de pomme de terre tranchée "équarrie" et l'autre à la moyenne de nos quatre autres cas.

TABLEAU IV
A un revenu de 6,00 $ le quintal et à un coût de semences de 13,00 $ le sac, nos données montrent que la simple comparaison entre ces cas 2 et 3 penche du côté des tubercules entiers.

Bien que la plantation de tubercules entiers occasionne un coût de plantation de 221,00 $/acre supérieur au cas tranché "équarri", le différentiel de revenu retiré se situe à 474,00 $; ce qui emmène un surplus de 253,00 $.

L'étude du tableau montre une bien plus grande différence si on compare le cas de la plantée ronde avec la tranchée conventionnelle.

Il semble donc rentable, selon nos données, de planter des tubercules entiers.

J'aimerais vous apporter pour terminer une considération que je trouve essentielle si on veut parler vraiment de chance de succès lorsqu'on procède à une plantation de tubercules entiers.

En réalité, la plantation de tubercules entiers n'est en quelque sorte qu'une promesse d'un meilleur rendement. On met alors en terre un élément dont les exigences sont toutes autres que lorsque l'on procède aux méthodes traditionnelles.

Le premier facteur à mon avis que l'on doit considérer pour améliorer nos chances de succès, c'est la régie de l'eau.

Par la régie intensive dans les sables de la Région 10, l'irrigation cette année a fait la différence entre des rendements de 300 et de 450 quintaux/acre.

Nous avons en région un projet de transfert technologique où nous étudions justement l'effet de l'irrigation sur un sable loameux plutôt humide. Encore là, nous avons mesuré une différence de 70 quintaux/acre attribuable à l'irrigation, ceci, avec la variété Norchip.

Je ne veux pas m'étendre plus sur les conférences suivantes. Permettez-moi aussi d'ajouter qu'à mon avis, après la régie de l'eau, il y a tout l'aspect de la nutrition minérale en culture intensive qu'il ne faut pas oublier si on veut tirer profit au maximum de notre mode de culture.

## TABLEAU I

### ESTIMÉS DU RENDEMENT (3 X 10 PI. RANG) DEUX FERMES DE LA RÉGION 10, VARIÉTÉ SUPERIOR

| | Type de plantation | Taux de semis planteur (po.) | Taux de semis évalué (po.) | Rendement moyen (q/a) |
|---|---|---|---|---|
| Ferme Rivest | Rond | 12 | 13.8 | 430 |
| Rawdon | Rond | 13 | 13.3 | 450 |
| Ferme Chartier | Rond | 14 | 13.3 | 428 |
| St-Thomas | Rond | 13 | 13.7 | 503 |
| | Tranché | 12 | 12.3 | 374 |

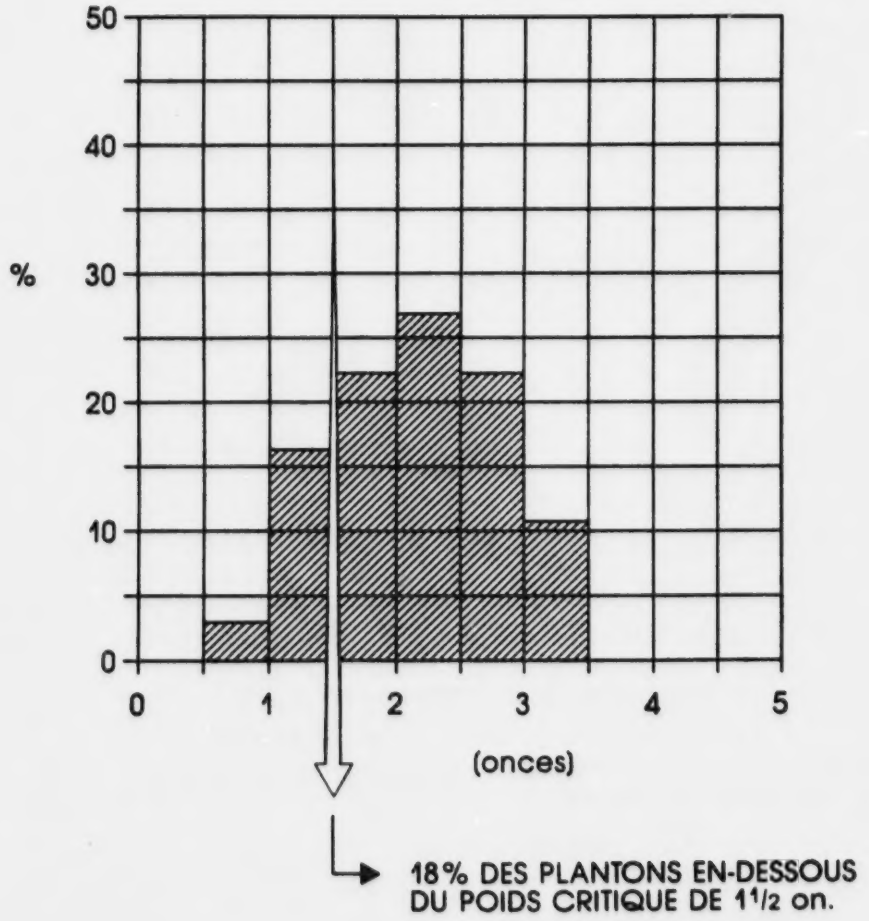
## TABLEAU II

### DÉCOMPOSITION DU RENDEMENT DANS LES PARCELLES INVENTORIÉES

| | Type de plantation | Taux de semis planteur (po.) | Rendement évalué (q/a) | Nombre de tubercules | % des tubercules petits/moyens/gros | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ferme Rivest | Rond | 12 | 430 | 84 | 18 | 73 | 9 |
| Rawdon | Rond | 13 | 450 | 97 | 21 | 69 | 10 |
| Ferme Chartier | Rond | 14 | 428 | 109 | 26 | 72 | 2 |
| St-Thomas | Rond | 13 | 503 | 114 | 26 | 70 | 4 |
| | Tranché | 12 | 374 | 106 | 38 | 58 | 4 |

## *Répartition des fragments*

**par poids dans la partie tranchée**



## TABLEAU 3

***taux de semis*** **pomme de terre de table (SUPERIOR)**

SACS DE 75 LBS

*POIDS MOYEN DES PLANTS EN ONCES*

| distance entre les plants en p° | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 27 | 36 | 45 | 54 | 64 | 73 | 82 | 91 | 100 | 109 |
| 9 | 24 | 32 | 40 | 48 | 56 | 65 | 73 | 81 | 89 | 97 |
| 10 | 22 | 29 | 36 | 44 | 51 | 58 | 65 | 73 | 80 | 87 |
| 11 | 20 | 26 | 33 | 40 | 46 | 53 | 59 | 66 | 73 | 79 |
| 12 | 18 | 24 | 30 | 36 | 42 | 48 | 54 | 61 | 67 | 73 |
| 13 | 17 | 22 | 28 | 34 | 39 | 45 | 50 | 56 | 61 | 67 |
| 14 | 16 | 20 | 26 | 31 | 36 | 41 | 47 | 52 | 57 | 62 |
| 15 | 15 | 19 | 24 | 29 | 34 | 39 | 44 | 48 | 53 | 58 |
| 16 | 14 | 18 | 23 | 22 | 32 | 36 | 41 | 45 | 50 | 54 |

le potentiel de rendement augmente si on se déplace vers la droite à l'intérieur de la zone

## TABLEAU IV

### COMPARAISON DE PARAMÈTRES ÉCONOMIQUES DE TROIS MODES DE CULTURES DE LA SUPERIOR

| | Cas 1 | Cas 2 | Cas 3 |
|---|---|---|---|
| Distance de plantation | 12" | 12" | 14" |
| Mode de semis | Tranché conventionnel | Tranché « équarri » | rond |
| Taux de semis | 21 | 24 | 41 |
| Rendement | 275 | 374 | 453 |
| Coût semence 13,00/sac | 273,00 $ | 312,00 $ | 533,00 $ |
| Différentiel du coût de semence | | 39,00 $ | 221,00 $ |
| | | | 260,00 $ |
| Différentiel de rendement | | 99 | 79 |
| | | | 178 |
| Différentiel de revenu 6,00/quintal | | 594,00 $ | 474,00 $ |
| | | | 1 068,00 $ |

# CINQ ANS D'EXPÉRIENCE SUR LES RELATIONS IRRIGATION-RÉGIE DES POMMES DE TERRE

Conférence présentée à l'occasion du
Symposium sur la pomme de terre

Le 13 novembre 1987

préparée par

Romain Rioux
Agronome

Agriculture Canada
Ferme expérimentale
La Pocatière

1. Introduction

2. Interrelations sol-plante-atmosphère

3. Interrelations irrigation-régie

4. Expérience 1. Influence des sols et de l'azote

5. Expérience 2. Influence d'un surplus d'eau

6. Expérience 3. Influence des cultivars hâtifs et tardifs

7. Conclusion

8. Littérature

## 1. INTRODUCTION

Une connaissance des habitudes de croissance et des exigences de de la pomme de terre est à la base d'une production réussie. Par exemple, les exposés précédents ont montré la nécessité d'ajuster la fertilisation azotée et les modes de plantation aux exigences de la plante et aux conditions du sol.

Il faut cependant se rappeler que le système sol-plante est partie du continuum sol-plante-atmosphère. Il faut tenir compte de notre climat humide sans conclure qu'on a trop d'eau. Même si les plantes ont effectivement les "pieds mouillés" parfois, en d'autres occasions, la distribution des pluies n'est pas assez régulière pour assurer l'approvisionnement en eau. Plusieurs études sur les déficits hydriques montrent que l'irrigation semble être un pré-requis pour assurer un rendement stable d'une année à l'autre dans la pomme de terre (Saini et Chow 1980; Sneed et Patterson 1983; Benoit et Grant 1985; Dubé et Rochette 1985). Comme le souligne Dubé et Rochette (1985), il faut une vérification expérimentale pour s'assurer de la validité des projections et de l'intégration de cette technique dans la gestion de la culture.

Le but de cette conférence est de montrer que l'irrigation n'est pas une technique qu'on peut utiliser isolement. La dynamique et la nature intéractive des agroécosystèmes créent une nécessité absolue pour des actions intéractives multidiciplinaires. Nous allons examiner ces intéractions et rapporter trois expériences montrant que si l'irrigation est souvent bénéfique à la culture des pommes de terre, son rendement est fonction de facteurs tels que le sol, l'azote, la prévision de la pluie et les cultivars.

## 2. INTERRELATIONS SOL-PLANTE-ATMOSPHERE

Il n est pas suffisant de dire que la pomme de terre a besoin de 20 mm d'eau pour savoir quand effectivement il faut irriguer et quelle quantité d'eau il faut appliquer. Un bon plan d'irrigation ne peut être développé que sur la base des connaissances influençant les relations plante-eau. Pour comprendre ces relations, nous pouvons examiner le système sol-plante-atmosphère à partir du point de vue d'un budget.

La gestion de l'eau peut se visualiser comme un compte en banque dans lequel on fait des dépôts (pluie) et des chèques (évaporation) tout en espérant qu'il nous reste toujours une réserve (figure 1). Le producteur sage pense à maximiser les entrées, à minimiser les sorties et à maintenir une réserve aussi importante que possible.

L'importance de la réserve d'eau dépend surtout de la texture du sol et du développement du système radiculaire. Ainsi, contrairement au compte bancaire, la réserve d'eau a une limite maximum déterminée par les facteurs sol et plante. Le tableau 1 illustre la façon dont la texture du sol influence l'humidité disponible représentant l'eau comprise entre la capacité au champ et le point de flétrissement. L'eau disponible réfère strictement aux caractéristiques pédologiques et varie selon les types de sol et leur contenu en matière organique.

Le contenu en martière organique a une influence déterminante. Les producteurs le savent et cherchent à augmenter le contenu en matière organique de leurs sols. On peut aussi rechercher des façons culturales qui favorisent le développment des racines. On augmente ainsi le volume de sol utile. Une plante ayant un système racinaire de 30 cm peut avoir accès à deux fois plus d'eau qu'une plante ayant un système racinaire de 15 cm. La profondeur et le volume des racines déterminent la profondeur

FIGURE 1. Schéma d'un budget de l'eau dans la pomme de terre

## ENTRÉE

-PRÉCIPITATION

-IRRIGATION

-ROSÉE

-REMONTÉE CAPILLAIRE

## SORTIE

-ÉVAPORATION

-TRANSPIRATION

-RUISSELLEMENT

-INFILTRATION

-EAU UTILISÉE PAR LA PLANTE
(croissance et synthèse)

## RÉSERVE UTILE

-TEXTURE

-DRAINAGE

-PROFONDEUR DES RACINES

-HAUTEUR DE LA NAPPE D'EAU

-MATIÈRE ORGANIQUE

Tableau 1. Capacité de rétention en eau pour des sols de différentes textures (Québec)

| Type de sol | Point de flétrissement (% b.s.) | Sol sans Mat. Org. | | Sol avec 4%-6% de Mat Org. | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Capacité au champ (% b.s.) | Eau disponible (mm/m de sol) | Capacité au champ (% b.s.) | Eau disponible (mm/m de sol |
| Sable | 3,75 | 6,75 | 45 | 13,5 | 161 |
| Sable loameux | 6,25 | 10,75 | 70 | 15,75 | 147 |
| Loam sableux | 9,0 | 15,5 | 98 | 18,75 | 146 |
| Loam | 11,25 | 21,0 | 137 | 23,0 | 165 |
| Loam limoneux | 12,75 | 28,0 | 206 | 29,75 | 230 |
| Loam argileux | 13,75 | 32,5 | 253 | 35,5 | 294 |
| Argile sableuse | 13,75 | 30,5 | 218 | 34,5 | 270 |
| Argile | 13,75 | 29,4 | 202 | 33,4 | 252 |

Source: Dubé et Rochette, 1985

et l'étendue à laquelle la pomme de terre peut extraire l'eau du sol. La compaction limite la profondeur accessible, tout comme elle limite le niveau d'oxygène dans le sol, ce qui limite la capacité du système racinaire à extraire l'eau du sol (Van Loon 1981). Les facteurs limitant l'enracinement comprennent aussi les taux excessifs d'azote, les irrigations ou les pluies légères et fréquentes et les insectes se nourrissant sur les racines.

Les sorties comprennent entre autres, le ruissellement, le lessivage et l'évapotranspiration. Le ruissellement peut être réduit ou éliminer en utilisant la culture en contour, des systèmes de terrasses ou en appliquant l'eau à un taux réduit sur les pentes. Avec une application trop importante, l'eau descend plus profondément que les racines et est perdue pour la plante. Il est donc nécessaire de vérifier la profondeur des racines et d'irriguer juste un peu plus profondément soit de 2 à 4 cm plus profondément que les racines. Il suffit de vérifier quelques heures après le départ de l'irrigation, le niveau de sol mouillé par rapport à la profondeur des racines.

Les facteurs "sortie" les plus importants sont l'évaporation et la transpiration. Ces deux facteurs sont souvent combinés sous le terme évapotranspiration (Et). C'est surtout la perte due à l'évapotranspiration qui doit être comblée par la précipitation ou l'irrigation pour maintenir la croissance de la pomme de terre. La plus grande partie de l'eau prise par les racines est utilisée par la transpiration (90% et plus). Le reste de l'eau est utilisé pour la croissance des cellules et les réactions physiologiques. On peut facilement visualiser les facteurs favorisant l'évapotranspiration, ce sont: une humidité basse, une température élevée, une journée claire et ensoleillée et un vent élevé.

La composante évaporation peut être minimisée mais ne peut pas être éliminée totalement. L'eau perdue par l'évaporation d'un sol humide et sur la surface des plantes ne peut être utilisée pour le bénéfice de la transpiration ou de la croissance. Immédiatement après l'irrigation, la composante évaporation sera élevée mais diminuera rapidement à mesure que la surface du sol et des plantes sèchera. Ainsi, en évitant les irrigations fréquentes et légères, on réduira les pertes dues à l'évaporation.

De la discussion précédente sur le budget de l'eau, le producteur est encouragé à penser au contrôle des différents facteurs du système pour être efficace. Le contrôle d'un seul des facteurs ne peut assurer une efficacité maximum de l'usage de l'eau; en ajustant ensemble plusieurs facteurs (tableau 2), le producteur peut irriguer plus efficacement et obtenir une bonne récolte en qualité et en quantité.

## 3. INTERRELATIONS IRRIGATION-REGIE

Les agrométéorologues vous expliqueront clairement le fonctionnement d'un budget de l'eau. Les ingénieurs pourront vous bâtir un système d'irrigation efficace. Le rôle de l'agronome est de vous vendre l'idée de l'irrigation, si vous en avez besoin, mais surtout d'aider à intégrer ce système au grand système de la régie des cultures.

Par exemple, sous prétexte que le rendement de la pomme de terre peut être réduit même par une sécheresse temporaire, il ne faut pas oublier qu'elle exige aussi un sol très bien aéré (Sing 1969). S'il faut apporter assez d'eau pour éviter la sécheresse, il ne faut pas en emporter de telle sorte que le sol soit tellement humide que l'eau remplace l'air du sol. Il est aussi important de déterminer le moment ou le sol est drainé efficacement que le moment ou il commence à avoir besoin d'eau (Smith 1977). L'érosion et la variabilité des champs sont aussi des facteurs à considérer (Haddock 1961).

Tableau 2. Facteurs favorisant une réponse élevée à l'eau

| |
|---|
| **Facteur plante** |
| Système racinaire peu profond, à croissance lente et peu dense; |
| Feuille mince, unie, glabre· |
| Feuillage recouvrant complètement la surface du sol; |
| La partie constituant la récolte est formée par le poids frais ou un produit simple de photosynthèse (sucre, amidon); |
| **Facteur sol** |
| Sol peu profond, conductivité hyrolique peu élevé; |
| Contenu en eau peu élevé lorsque le potentiel hydrique est élevé (sol à texture grossière et contenant peu de matière organique); |
| Potentiel osmotique bas (contenu en sol ou en fertilisant élevé); |
| Défavorable au développement des racines, (température trop élevée ou trop basse, aération pauvre, maladies ou insectes sur les racines); |
| Niveau de fertilité élevée; |
| **Facteur climatique** |
| Evaporation potentiel élevée; |
| Présence d'énergie d'advection; |
| Aérodynamique de la surface des cultures rugueuses; (turbulence élevée, végétation élevée et ouverte); |

(D'après Stanhill et Vaadia, 1967).

La profondeur de l'enracinement est également un facteur important. On rapporte par exemple que la pomme de terre peut avoir des racines jusqu'à 90 cm, mais une valeur de 40 cm semble plus normale (Van Loon 1981). Cependant la majorité des racines se retrouve dans les premiers 15 cm. Il faudrait idéalement un sol profond d'au moins 90 cm, pour assurer une bonne aération des racines et qui ne sèche pas dans les premiers 15 cm pour assurer l'humidité nécessaire.

Tout facteur qui provoque une réduction de la surface foliaire (déficience nutritive surtout en azote, population trop faible, etc...) peut réduire la réponse de la plante à l'eau. Les nombreuses expériences montrant une forte intéraction positive dans la réponse en rendement entre les fertilisants ou l'espacement et l'irrigation peuvent être expliquées partiellement de cette façon (Stanhill et Vaadia 1967). Cette relation n'est pas unique à la surface foliaire. Une réduction dans la réponse à l'eau peut aussi survenir si la surface foliaire est réduite par rapport à la surface des racines. A l'opposé, la fertilisation azotée et des irrigations fréquentes et peu profondes, diminuent la surface des racines en même temps qu'ils augmentent la surface foliaire. Ceci augmentera la sensibilité de la pomme de terre à l'eau due à un ratio racine/feuilles bas. En d'autres mots, il n'y a pas assez de racines pour fournir la demande en eau par les feuilles.

Sans azote, l'avantage à ajouter de l'eau est faible (Viets 1965). Lorsqu'on utilise de forte quantité d'eau, on observe souvent des déficits en azote (Pratt 1954A). L'eau augmente aussi la disponibilité du phosphore (Stanford et Pierre 1953) et du potassium (Smith 1977). Lorsque le niveau de fertilisation n'est pas élevé, l'irrigation n'est pas efficace (Smith 1977). De même, les réponses les plus fortes à des taux élevés de fertilisants s'obtiennent avec l'irrigation (Jacobs et al. 1949). Négliger d'accorder les niveaux de fertilisants à la demande est une des fautes les plus communes des nouveaux projets d'irrigation (Viets 1965). La forme de l'azote pourrait aussi être un facteur à regarder si on utilise l'irrigation (Bundy et al. 1986). Pour éviter le calmotage, le ruisselement et un lessivage des engrais par percolation, il faut accorder la quantité horaire d'eau au sol (Lemaître 1977; Moutonnet 1979).

Les diverses interrelations qui existent entre l'eau, la régie et la fertilité peuvent aussi affecter les techniques de protection. La chaleur latente emmagasinée dans le sol rendu humide par l'irrigation peut aussi causer une évaporation des produits volatils pendant la nuit (Cliath et Spencer 1986). Le plus souvent l'irrigation contribue comme au Wisconsin à l'entrainement des pesticides dans l'eau du sol (Curven et Massie 1984). Même sans irrigation, on a des problèmes au Québec sur certains sols. Il faut donc faire un programme soigné d'irrigation.

Les pesticides peuvent aussi être transportés mécaniquement avec le sol et être entrainés sur les pentes sur des distances assez importantes (Klostermeyer 1967). L'irrigation a aussi le même effet que la pluie en délavant les produits sur les feuilles(Klostermeyer 1967). La persistance de certains fongicides et insecticides doit donc être vérifié soigneusement. Lorsqu'il est nécessaire d'avoir des traitements à des moments précis, il serait nécessaire de modifier en conséquence le programme d'irrigation (Mensier 1967; Eversmeyer et Kramer 1987).

L'effet de l'irrigation peut aussi être bénéfique par exemple en réduisant la gâle et certains désordres de croissance (coeur, creux, déformation etc.) Menzier 1967; Smith 1977). Il semblerait que l'irrigation pendant la tubérisation provoque en début de saison un augmentation du contenu

en matière sèche des tubercules. Le contraire se produirait en fin de saison (Gray et Hughes 1978; Harris 1978) Cependant une certaine confusion règne à ce sujet dans la littérature. Certains affirment que l'irrigation n'a pas d'effet sur le poids spécifique (Benoit et Grant 1980; Fulton 1978) d'autres le contraire (Prince et Bloid 1962; Rioux et Comeau 1982).

Il semble que tous les cultivars ont la même réponse à l'irrigation (Larsen 1984). Il existe cependant un comportement différentiel des cultivars vis-à-vis un stress hydrique (Coleman 1986). Le cultivar Russet Burbank est particulièrement sensible à la déformation des tubercules (Epstein et al. 1973; Sing 1969) du à un manque d'eau. D'autres cultivars répondent en changeant le nombre de tubercules (Levy 1983). Le rendement du cultivar Superior serait plus réduit par un stress hydrique que celui d'Atlantic (Wilcox et Ashley 1982). On croit que les cultivars les plus résistants épuisent moins rapidement la réserve en eau du sol. Des caractères tels que le comportement des stomates face à un stress hydrique, la profondeur des racines, contenu en eau des tissus foliaires permettraient d'expliquer ces différences (Harris 1978; Van Loon 1978).

Les résultats d'une étude faite au Maine en 1985 (Marra et al. 1987) montrent clairement que les cultivars affectent le rendement économique de l'irrigation. La même étude montre aussi que la technologie actuelle de l'irrigation requiert pour être efficace une gestion intensive et très soignée. Un producteur doit être capable de trouver beaucoup de temps disponible pendant la saison de croissance et la période de planification pour que cette technique soit payante (Marra et al. 1987); Marr 1967). Lorsqu'on parle de réactions interreliées, il ne faut donc pas oublier l'homme et l'économie (Burton 1981).

## 4. EXPERIENCE 1. INFLUENCE DES SOLS ET DE L'AZOTE

La première expérience que j'aimerais rapportée a été conduite de 1978 à 1980. L'objectif était de mesurer l'effet des sols et de l'azote sur la réponse à l'irrigation. Les travaux ont été réalisés à La Pocatière sur trois sites différents correspondant aux types de sols sur lesquels se pratique la culture de la pomme de terre dans le Bas St-Laurent (tableau 3). Un sable loameux St-Pacôme a d'abord été choisi, ce type de sol possède un drainage excessif et un pouvoir de retention en eau faible. A l'autre limite, un loam argileux de l'anse ayant un mauvais drainage et une capacité de rétention en eau élevée a été sélectionné. Un loam sableux-graveleux St-André a ensuite été choisi. Les caractéristiques de ce sol se situent entre les deux autres: bon drainage et bonne capacité de rétention en eau. La hauteur de la nappe d'eau diffère aussi entre ces sols (figure 2).

Sur chacun de ces sols, une partie des pommes de terre était irriguée et l'autre partie non irriguée. Sur chacune des parties quatre doses d'azote ont été appliquées au semis: 0, 90, 179 et 246 kg/ha. L'eau a été appliquée de la floraison au défanage soit du premier juillet au 30 août. En 1978, l'eau a été appliquée de façon à ce que la culture reçoive 25 mm d'eau par semaine. En 1979 et 1980, l'eau a été ajoutée lorsque la tension de l'eau dans le sol (mesuré avec un tensiomètre au mercure) était de 0.1 atmosphère. On a mesuré le rendement total, le rendement des tubercules plus gros que 70 mm et celui des tubercules ayant entre 45 et 70 mm. Le cultivar Kennebec a été utilisé. Les traitements se faisaient sur 2 répétitions. Le tableau 4 donne les quantités d'eau reçues sur chaque sol.

Tableau 3. Description du sol des différents sites

| | Sable loameux St-Pacôme | Loam Sablo-graveleux St-André | Loam argileux De l'Anse |
|---|---|---|---|
| % sable | 72.0 | 62.0 | 37.4 |
| Drainage | excessif à bon | bon à excessif | mauvais |
| Hauteur de la nappe phréatique (mai) | (200 cm) | 220 cm | 20 cm |
| Pouvoir de rétention d'eau | faible | bon | élevé |
| % d'eau 24 hres* après saturation | 12.3 | 20.3 | 34.8 |

(Baril et Rochefort 1965) * 1979

Tableau 4. Quantité d'eau reçu (mm) sur les sites durant la saison de végétation.

| Site | Année | Précipitation | Irrigation | Total |
|---|---|---|---|---|
| St-André (loam sablo-graveleux) | 1978 | 267.80 | 189.25 | 457.05 |
| | 1979 | 383.30 | 175.00 | 558.30 |
| | 1980 | 363.40 | 93.00 | 456.40 |
| St-Pacôme (sable loameux) | 1978 | 267.60 | 233.25 | 500.85 |
| | 1979 | 383.30 | 166.5 | 549.80 |
| | 1980 | 363.40 | 57.75 | 421.15 |
| Anse (loam argileux) | 1978 | 267.60 | 78.75 | 346.35 |
| | 1979 | 383.30 | 100.00 | 483.30 |
| | 1980 | 363.40 | 41.50 | 404.90 |

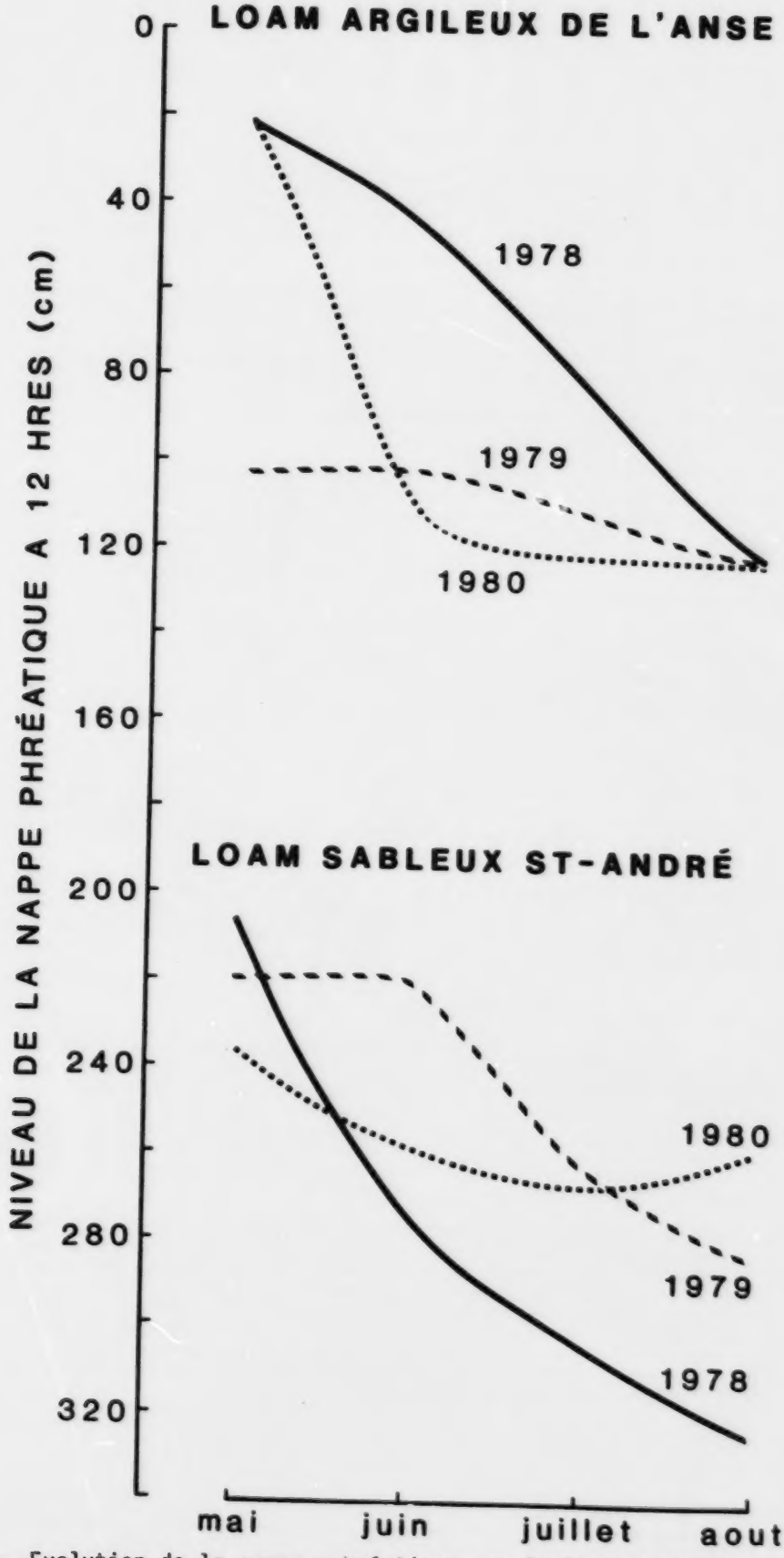



FIGURE 2. Evolution de la nappe sphréatique sur le loam argileux de l'Anse et le loam sableux Saint-André

Résultats

Sur le loam argileux de l'Anse, l'irrigation n'a apporté aucun gain de rendement (tableau 5). Les tensiomètres en 1979 et 1980 n'indiquaient aucun besoin d'eau sur ce sol. Nous en avons quand même ajouté pour voir le résultat. Il n'y a au aucun effet. La nappe d'eau n'a pas été inférieure à 1.4 m sur ce sol.

En 1978, il n'est tombé que 270 mm de pluie pendant la saison de végétation. L'irrigation a permis de doubler les rendements sur le loam sableux St-André et le sable loameux St-Pacôme. En 1979, l'irrigation a donné des augmentations de 10 à 22 t/ha sur le sable loameux St-Pacôme selon la dose d'azote. Sur le loam sableux St-André, le maximum d'augmentation a été de 17 t/ha . Sur terrain non irrigué, la dose optimum d'azote a été de 90 kg/ha alors que sur terrain irrigué, elle a été de 179 kg/ha et cela sur les deux sols.

En 1980, même si les pluies ont été moins abondantes qu'en 1979, l'irrigation n'a apporté que 3 à 4 t/ha d'augmentation de rendement sur le sable loameux et 8 t/ha sur le loam sablo-graveleux. L'irrigation apportée a été environ la moitié de l'année précédente. Une mauvaise installation ou manipulation des tensiomètres semble être à l'origine de la faible quantité d'eau apportée. Ceci montre l'importance d'être un bon technicien.

Ce sont surtout les tubercules de calibre supérieur à 70 mm qui ont augmenté de rendement avec l'irrigation et l'azote (tableau 6). En 1978 et 1979, avec l'irrigation, le rendement des tubercules de ce calibre a augmenté jusqu'à 5 fois. La réponse a été linéaire avec l'azote. Sans irrigation, il y a eu très peu d'augmentation des tubercules de ce calibre due à l'azote.

Le rendement des tubercules de calibre compris entre 45 et 70 mm a été très peu affecté par l'azote (tableau 7). Il n'y a pas eu d'augmentation de rendement au-delà de 90 kg/ha d'azote. L'irrigation a doublé le rendement des tubercules de ce calibre en 1978 alors que les augmentations ont été peu importantes en 1979 et 1980.

En général, l'irrigation a augmenté le poids spécifique des tubercules et la couleur des croustilles alors que l'inverse a été vrai avec l'azote (figure 3). Ces mesures ont été faites avec les tubercules de calibre compris entre 45 et 70 mm.

## 5. EXPERIENCE 2. INFLUENCE D'UN SURPLUS D'EAU

En 1981, nous avons utilisé les cultivars Kennebec et Netted Gem. Les essais ont été faits sur 2 types de sol (sable loameux St-Pacôme et le loam sableux St-André) à 2 niveaux d'azote (80 et 160 kg/ha). On voulait originellement mesurer la réponse des cultivars. On a ajouté de l'eau par irrigation aveuglement selon les indications des tensiomètres. Cependant, il est presque toujours survenu des périodes de pluie importante après l'irrigation. Il est tombé 550 mm d'eau durant la saison de croissance et on en a ajouté autant par l'irrigation.

Malgré cette quantité d'eau, l'irrigation n'a pas eu d'effet négtif sur les traitements (tableau 8). Même le cultivar Kennebec a 160 kg/ha d'azote semble avoir répondu positivement. Sur les sables, les surplus d'eau ne semble pas à craindre. En général, ajouter de l'eau au-delà de la perte en évapotranspiration n'est pas à recommander puisqu'on n'obtient pas d'augmentation de rendement (Hang et Miller 1986). Sous nos conditions, les rendements maximum semblent être obtenus lorsque la quantité totale d'eau est entre 400 et 500 mm. On obtient donc les mêmes résultats que les autres chercheurs (Benoit et Grant 1980).

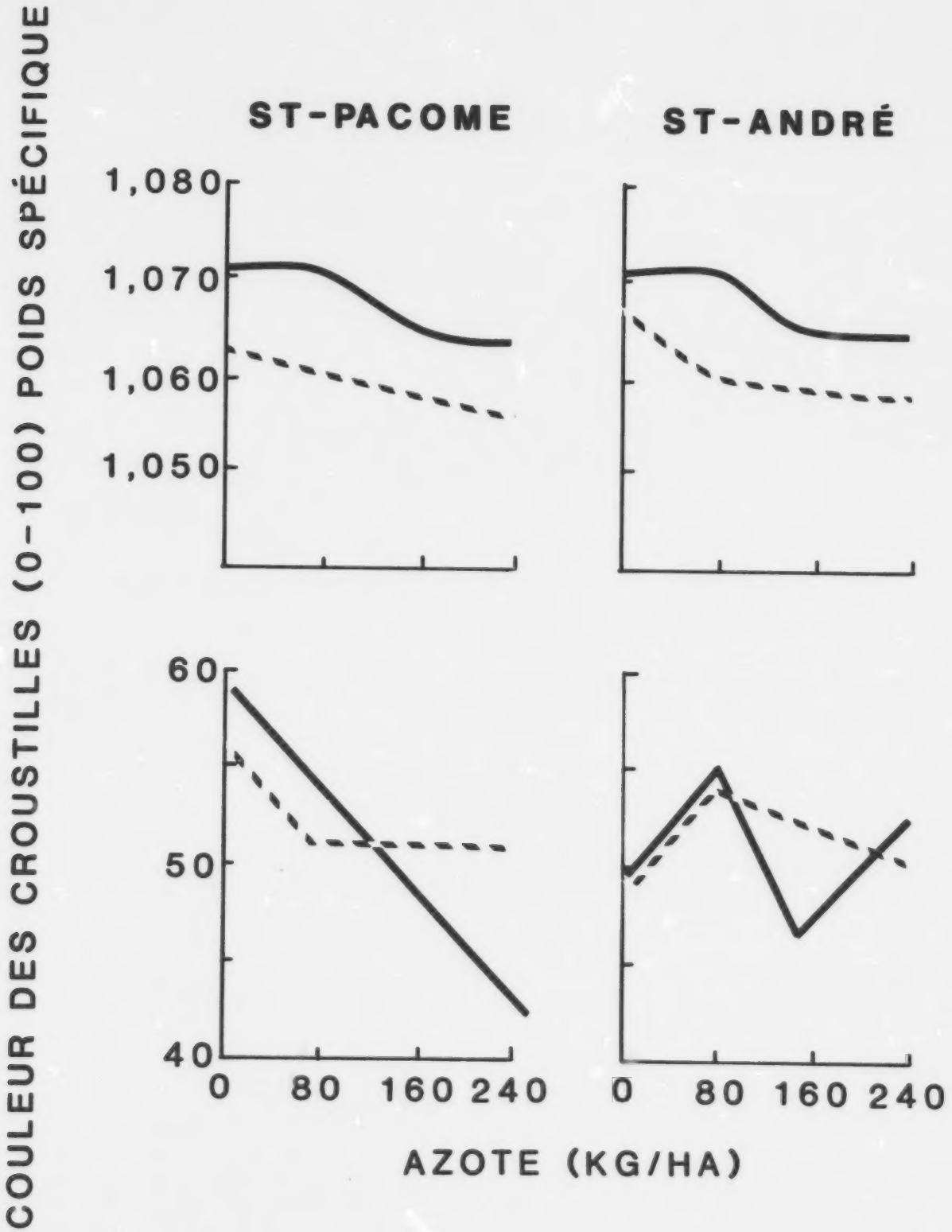



FIGURE 3. Effet de l'irrigation et de l'azote sur le poids spécifique et la couleur des croustilles (moyenne de 3 ans)

Tableau 5. Effet de l'irrigation et de l'azote sur le rendement total des pommes de terre sur 3 sols du comté de Kamouraska (moyenne 3 ans)

| Azote (kg/ha) | rendement (t/ha) | | Augmentation due à l'irrigation |
|---|---|---|---|
| | irrigué | non irrigué | |
| Sable loameux | | | |
| 0 | 41.6 | 33.3 | 8.3 |
| 90 | 55.1 | 39.8 | 15.3 |
| 179 | 59.3 | 36.7 | 22.6 |
| 246 | 60.4 | 38.9 | 21.5 |
| Loam sablo-graveleux | | | |
| 0 | 44.4 | 33.9 | 10.5 |
| 90 | 52.3 | 36.5 | 15.8 |
| 179 | 50.0 | 37.1 | 12.9 |
| 246 | 54.7 | 38.6 | 16.1 |
| Loam argileux | | | |
| 0 | 28.9 | 33.5 | - 4.6 |
| 90 | 39.0 | 37.1 | 1.9 |
| 179 | 34.5 | 34.1 | 0.4 |
| 246 | 39.1 | 36.0 | 3.1 |

Tableau 6. Effet de l'irrigation et de l'azote sur le rendement des tubercules plus gros que 70 mm.

| Azote (kg/ha) | 1978 | 1979 | 1980 |
|---|---|---|---|
| Saint-Pacôme | | | |
| 0 | 2.1 (1.4) | 7.6 (4.7) | 11.9 (11.9) |
| 80 | 10.0 (0.3) | 15.9 (4.6) | 15.9 (14.1) |
| 160 | 15.2 (0.2) | 19.1 (8.0) | 17.0 (13.1) |
| 240 | 16.9 (1.8) | 25.1 (6.0) | 16.9 (12.5) |
| Saint-André | | | |
| 0 | 13.6 (4.4) | 5.8 (5.9) | 17.2 (12.4) |
| 80 | 23.6 (5.5) | 7.5 (5.2) | 17.0 (11.6) |
| 160 | 17.8 (3.9) | 16.1 (5.3) | 13.9 (14.6) |
| 240 | 26.3 (7.4) | 14.6 (5.6) | 16.2 (17.3) |

Les nombres entre parenthèses réfèrent au rendement des parcelles non irriguées.

Tableau 7. Effet de l'irrigation et de l'azote sur le rendement (t/ha) des tubercules de 45 à 70 mm

| Azote (kg/ha) | 1978 | 1979 | 1980 |
|---|---|---|---|
| Saint-Pacôme | | | |
| 0 | 36.6 (20.7) | 32.3 (25.2) | 27.3 (24.0) |
| 80 | 45.4 (30.2) | 36.7 (29.1) | 33.4 (30.3) |
| 160 | 45.2 (18.0) | 37.9 (31.2) | 33.0 (31.4) |
| 240 | 46.6 (20.2) | 33.6 (31.0) | 33.7 (33.4) |
| Saint-André | | | |
| 0 | 34.5 (17.4) | 31.0 (32.1) | 26.7 (23.0) |
| 80 | 35.8 (20.4) | 38.4 (34.4) | 27.4 (26.8) |
| 160 | 31.0 (22.7) | 39.9 (33.9) | 24.8 (26.0) |
| 240 | 31.3 (19 4) | 41.7 (3 .9) | 28 1 (22.1) |

Les nombres entre parenthèses réfèrent au rendement des parcelles non irriguées.

Tableau 8. Effet de l'irrigation sur le rendement total (t/ha) des cultivars en 1981

| Azote (kg/ha) | Kennebec | Netted Gem |
|---|---|---|
| Saint-Pacôme | | |
| 80 | 33.2 (37.5) | 38.8 (39.8) |
| 160 | 41.2 (39.1) | 38.9 (35.8) |
| Saint-André | | |
| 80 | 40.4 (37.2) | 36.6 (33.8) |
| 160 | 46.3 (39.5) | 37.7 (36.9) |

Les nombres entre paranthèses réfèrent au rendement des parcelles non irriguées.

## 6. EXPERIENCE 3. INFLUENCE DES CULTIVARS

L'objectif de ce travail était de chercher à savoir si l'irrigation affecte le rendement et les poids spécifique de différents cultivars de pomme de terre hâtifs et tardifs de la même manière. L'expérience a été conduite à La Pocatière. Les besoins en irrigation ont été déterminés par P.A. Dubé et Bilodeau 1983 selon le bilan de l'eau.

Les expériences ont été conduite au cours de l'été 1982 sur deux séries de sol (tableau 9). Le sable loameux St-Pacôme se distingue par son drainage excessif et son faible pouvoir de rétention en eau. Le loam sablo-graveleux St-André est bien drainé et possède un pouvoir de rétention plus élevé que l'autre sol, quoique sa réserve utile d'eau soit du même ordre de grandeur.

Les cultivars utilisés sont présentés au tableau 10.

Les 48 parcelles couvraient chacune 8.37 mètres carrés de surface (90 pieds carrés). Chaque parcelle incluait deux rangs de 0.91 mètres (3') par 4.57 mètres (15'). Le dispositif expérimental utilisé était un split-plot avec parcelle principale non distribuée au hasard, l'effet principal étant celui de l'irrigation.

1600 kg/ha de 10-10-10 ont été appliqués à la volée avant le semis. Les germes ont été plantés à la main,à 20 cm de distance, après que l'insecticide granulaire Furada eut été distribué au fond des sillons. A la levée, on a appliqué les herbicides Lasso et Linuron à l'aide d'un pulvérisateur à basse pression. Par la suite, les traitements suivants ont été réalisés: insecticide Guthion et fongicide Polyram le 21 juillet, insecticide Monitor le 28 juillet et défanage au Réglone le 1er septembre (deux semaines avant l'arrachage). Le billonnage a été fait le 20 juillet.

Le tableau présentant le calendrier des irrigations et l'évolution du bilon hydrique se trouve au tableau 12. Au total, environ 205 mm d'eau ont été appliqués pas aspersion. La décision d'arroser était prise lorsque la réserve d'eau facilement utilisable (RFU) était épuisée, i.e. lorsque 35% de la réserve d'eau du profil exploré par les racines était évapotranspirée. L'évapotranspiration potentielle a été estimée à l'aide de la formule de Turc (Brochet et Gerbier 1975). Les coefficients culturaux (Kc) ont été tirés de Doorenbos (Doorenbos et Kassam 1979).

Les rendements des deux rangs de chacune des 48 parcelles ont été mesurés au champ, par pesée de paniers contenant les tubercules des différents calibres. La répartition des pommes de terre en trois catégories de diamètre (petites: 37-57 mm; grosses: 57-77 mm; jumbo: 77 mm et plus) a été faite à l'aide d'un calibreur. Une balance hydrostatique a servi à mesurer le poids spécifique des "gros" tubercules, ainsi que celui des "jumbos".

Résultats et discussion

Pendant la période du 18 mai au 14 septembre, qui correspondait à la saison de croissance des cultivars Netted Gem et Kennebec, il est tombé 300 mm de pluie, ce qui est bien en-deça des 400 mm requis. On peut donc s'attendre à ce que les plants non irrigués aient souffert d'un stress important, particulièrement au cours des 3 périodes consécutives d'au moins 5 jours, en juillet et en août, pendant lesquelles on a mesuré moins de 1 mm de pluie.

L'irrigation a provoqué des augmentations considérables du rendement total pour chacun des quatre cultivars (tableau 11). La variété Kennebec à 120 jours a connu une augmentation significativement plus importante que les variétés Kennebec à 85 jrs et Netted Gem à 120 jrs. Ceci confirme, d'une part, l'importance de la longueur de la saison de croissance dans la détermination du rendement. D'autre part, la bonne "réputation" du cultivar Kennebec vis-à-vis de sa réponse à l'irrigation se trouve renforcée Paterson et Weigle 1970; Sing 1969.

Tableau 9. Caractéristiques physiques des séries de sol utilisées

| Caractéristiques | Saint-André | Saint-Pacôme |
|---|---|---|
| Texture | Loam sablo-graveleux | Sable loameux grossier |
| Sable | 62% | 87% |
| Limon | 28% | 8% |
| Argile | 10% | 5% |
| M.O. | 2.2% | 0.2% |
| Densité apparente | 1.10 g/cm3 | 1.53 g/cm3 |
| C.C. | 21.3% | 10.4% |
| P.F. | 10.7% | 1.2% |
| Rétention max. d'eau | 10.6% | 9.2% |

Notes: 1- M.O.: pourcentage de matière organique
2- C.C.: contenu en eau du sol à la capacité au champ.
3- P.F.: contenu en eau du sol au point de flétrissement

Tableau 10. Caractéristiques des cultivars utilisés

| Nom | Précocité | # de jours en croissance |
|---|---|---|
| Superior | hâtif | 85 |
| Kennebec | mi-saison | 85 |
| Netted Gem | tardif | 120 |
| Kennebec | mi-saison | 120 |

Tableau 11. Comportement de cultivars de pomme de terre avec et sans irrigation récoltés après des longueurs de saison différentes (moyenne de deux sols). Les rendements sont en kg/parcelle. Les nombres entre parenthèses réfèrent aux parcelles non irriguées.

| Variable | Cultivar | | | |
|---|---|---|---|---|
| | (Sup.[1]-85) | (Ken.[2]-85) | (N.G.[3]-120) | (Ken.[4]-120) |
| Rendement total | 37.1 (21.6) | 32.8 (20.2) | 37.5 (30.0) | 47.9 (35.3) |
| Rendement "jumbos" | 5.43 (0.67) | 6.97 ( 1.98) | 2.03 (0.88) | 20.2 (12.7) |
| Rendement "gros" | 22.9 ( 9.15) | 18.6 (10.3) | 18.6 (10.9) | 22.4 (14.7) |
| Rendement "petits" | 8.78 (11.7) | 7.18 ( 7.92) | 16.9 (18.0) | 5.25 ( 6.23) |
| Poids spécifique "jumbos" | 1.072 ( 1.081) | 1.068 ( 1.076) | 1.078 ( 1.073) | 1.076 ( 1.071) |
| Poids spécifique "gros" | 1.073 ( 1.090) | 1.070 ( 1.078) | 1.079 ( 1.073) | 1.075 ( 1.073) |

Les mêmes conclusions peuvent être tirées pour le rendement des tubercules de la catégorie "jumbo". La variété Kennebec à 120 jrs a encore une fois été significativement plus productive que les variétés Kennebec à 80 jrs et Netted Gem à 120 jrs. De plus, on a noté une intéraction entre l'irrigation et les cultivars Kennebec et Netted Gem ,i.e. que la variété Kennebec a réagi d'une façon beaucoup plus importante que le cultivar Netted Gem. On sait que ce dernier produit beaucoup moins de très gros tubercules que l'autre (Hampson et al. 1981). Le cultivar Netted Gem nécessite un espacement de 35 à 40 cm sur le rang pour produire de gros tubercules (Hampson et al 1981). On peut donc supposer que l'espacement de 20 cm s'est révélé insuffisant pour ce cultivar.

L'irrigation a aussi eu un effet très important sur le rendement des "gros tubercules". Le cultivar Kennebec à 120 jours s'est encore significativement démarqué des cultivars Kennebec à 80 jours et Netted Gem à 120 jrs. En supplément, on note une intéraction entre le traitement principal et les cultivars Superior et Kennebec à 80 jrs. La variété hâtive Superior a donc connu une augmentation de rendement significativement plus grnade que le cultivar de mi-saison Kennebec. Le caractère précoce du premier lui a peut-être permis de mieux profiter de l'irrigation que le second, la formation des tubercules s'étant produite plus tôt.

L'irrigation a provoqué des diminutions de rendement des petits tubercules pour tous les cultivars, à l'opposé des catégories "jumbo" et "gros". Aucune intéraction cultivar-irrigation n'a été notée pour ce paramètre. Cependant, les cultivars Superior et Kennebec 120 jrs ont produit significativement plus de petits tubercules que les cultivars Kennebec à 80 jrs et Netted Gem; ceci semble confirmer le fait que la Kennebec produit surtout des tubercules de très grande dimension. De plus, l'allongement de la saison de croissance a fait chuter d'une façon significative le rendemement des petits tubercules chez cette même variété; un certains nombre de tubercules a probablement passé de la catégorie "petit" aux calibres supérieurs entre le 85ème et le 120ème jour.

Le poids spécifique des gros tubercules des parcelles irriguées a été plus faible que sur les parcelles non irriguées pour le cultivar Kennebec à 80 jrs. Le contraire a été observé pour le cultivar Kennebec à 120 jrs. Cette intéraction est statistiquement significative. Il semblerait donc que les augmentations de poids spécifique prédites pour les parcelles irriguées (Gray 1978) ne se produisent qu'à condition que la saison de croissance soit suffisamment longue pour que les tubercules profitent de la phase de maturation. Une autre intéraction irrigation-cultivar a été notée: l'irrigation a fait chuter le contenu en matière sèche de la variété Superior d'une façon beaucoup plus importante que le second. Enfin, on a obtenu pour le cultivar Superior un poids spécifique significativement plus grand que pour le second.

Le poids spécifique des tubercules de la catégorie "jumbo" s'est révélé être plus variable que celui de la catégorie inférieure. On se rappellera que la littérature est assez confuse au sujet de l'effet de l'irrigation sur le poids spécifique. Un seul résultat statistiquement significatif a été noté pour le le poids spécifique des tubercules "jumbos": l'irrigation a fait décroître d'une façon beaucoup plus importante le contenu en matière sèche des tubercules de la variété Superior que pour la variété Kennebec à 80 jrs. L'irrigation n'a pas amélioré la couleur des croustilles (tableau 13).

La saison 1982 a été plutôt sèche et, conséquemment, l'irrigation a provoqué des augmentations importantes du rendement total pour tous les cultivars. Le comportement des cultivars a été le même pour les deux types de sol. L'allongement de la saison de croissance a permis à la variété Kennebec d'accroître significativement son rendement; cette augmentation a été notée pour les gros et les très gros tubercules, à l'opposé des petits.

Tableau 12. Evolution du bilan hydrique moyen des sols Saint-André et Saint-Pacôme soumis à l'irrigation pendant l'été 1982. Unités: millimètres.

| Période | P.E. | ETP | Kc | ETM | Déf. | D.C. | R.F.U. | I.E. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 25/06- 8/07 | 27 | 64 | 0.9 | 58 | -31 | -31 | 7 | 25 |
| 9/07-13/07 | 10 | 24 | 1.0 | 24 | -14 | -20 | 8 | 20 |
| 14/07-15/07 | 2 | 10 | 1.0 | 10 | -8 | -8 | 12 | 15 |
| 16/07-19/07 | 12 | 21 | 1.0 | 21 | -9 | -10 | 15 | 20 |
| 20/07-21/07 | 0 | 8 | 1.1 | 9 | -9 | -9 | 16 | 15 |
| 22/07-26/07 | 4 | 18 | 1.1 | 20 | -16 | -16 | 18 | 10 |
| 27/07- 2/08 | 7 | 30 | 0.9 | 27 | -20 | -26 | 21 | 15 |
| 3/08- 5/08 | 5 | 9 | 0.9 | 8 | -3 | -14 | 21 | 10 |
| 6/08-11/08 | 12 | 22 | 0.9 | 20 | -8 | -12 | 21 | 12 |
| 12/08-15/08 | 0 | 15 | 0.8 | 12 | -12 | -12 | 22 | 15 |
| 16/08-17/08 | 12 | 15 | 0.8 | 12 | 0 | 0 | 22 | 0 |
| 18/08-24/08 | 1 | 27 | 0.8 | 21 | -20 | -20 | 23 | 10 |

Notes:

1- P.E.: précipitations efficaces= 0.8 x pluie (voir référence 16)

2- I.E.: irrigation efficace= 0.8 x eau d'irrigation (voir féférence 16).

3- ETM= Kc x ETP.

4- Kc est le coefficient cultural correspondant au stade de croissance de la plante (voir référence 7).

5- Déf. est le déficit hydrique calculé et D.C. est le déficit cumulé.

6. R.F.U. est la réserve en eau facilement utilisable des sols à capacité au champ (voir référence 10).

7. Les irrigations ont été faites le lendemain de la dernière journée couverte par la période (ex.: 9/07, 14/07, etc).

Tableau 13. Effet de l'irrigation sur la couleur des croustilles provenant de divers cultivars

| Sol | Cultivar | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Sup-85 | Ken-85 | NG-120 | Ken-120 |
| Saint-Pacôme | 40<br>(57) | 33<br>(48) | 58<br>(66) | 68<br>(55) |
| Saint-André | 38<br>(51) | 39<br>(44) | 61<br>(67) | 65<br>(73) |

Couleur: 0=noir 100=blanc

Les données entre parenthèses réfèrent aux parcelles non irriguées.

Le cultivar Netted Gem a produit moins de tubercules de calibre supérieur mais beaucoup plus de petits. La variété Superior a connu une spectaculaire augmentation du rendement pour la seconde catégorie. Les rendements des petits tubercules ont été négativement affectés par l'apport d'eau supplémentaire pour toutes les variétés. En ce qui concerne le poids spécifique des gros tubercules, le cultivar Superior s'est révélé supérieur au Kennebec. De plus, l'allongement de la saison de croissance a permis à ce dernier cultivar de réagir positivement et non plus négativement à l'irrigation pour ce paramètre. enfin, le poids spécifique des tubercules "jumbos" a été fort variable. Le seul résultat significatif a été l'intéraction entre la longueur de la période de croissance et l'irrigation que nous venons tout juste d'énoncer.

L'hypothèse de départ est-elle vérifiée? Des intéractions significatives entre l'irrigation et les cultivars ont été notées pour chacune des six variables étudiées. Nous pouvons donc dire que les cultivars n'ont pas tous réagi de la même manière à l'irrigation.

## 7. CONCLUSION

La littérature et les travaux rapportés montrent clairement la nécessité de tenir compte des sols, de la fertilisation, de la protection et des cultivars lorsqu'on veut établir un programme d'irrigation. Les problèmes rencontrés montrent surtout la nécessité d'une connaissance technique en vue de déterminer quand il faut irriguer. Ces résultats sont un début vers une bonne compréhension de la réponse des pommes de terre à l'irrigation au Québec.

Mais il faut plus que la description et la compréhension d'un système de production pour faire évoluer l'agriculture. Très tôt dans son histoire, l'homme a décidé de gérer son environnement et un des objectifs de l'agronome est d'obtenir suffisamment d'informations au sujet des systèmes de culture en vue de les manipuler au profit de l'agriculteur. Les décisions de gestion sont basées sur les modèles théoriques qui existent dans la tête du gestionnaire. Il est évident que l'amélioration de ces modèles conceptuels conduiront à une meilleure gestion.

Les modèles conceptuels manquent par définition de rigueur. Ils sont souvent imprécis et peuvent être interpréter différemment par différentes personnes. En vue de contourner ce désavantage, une méthode doit être développée pour traduire le modèle conceptuel sous une forme qui est sujette à une description précise à une évaluation et à une validation. Cette forme de modèle est appelé un modèle mathématique et se retrouve aujourd'hui sous forme de logiciel.

L'expérience de 1982 a été le premier d'un logiciel pour l'irrigation. Il reste à faire sa validation pour toutes les régions du Québec.

# L'INFORMATIQUE AU SERVICE DE L'IRRIGATION

Conférence présentée le 13 novembre 1987
dans le cadre de la journée d'information
sur la pomme de terre

J.B. Boisvert et L.M. Dwyer

Centre de Recherche sur les Terres
Ferme Expérimentale Centrale
Ottawa K1A 0C6

Contribution CRT 87-84

## 1.0 INTRODUCTION

La pomme de terre est une plante sensible au stress hydrique et l'irrigation est une technique efficace pour prévenir ce problème. Cependant, de nombreuses questions se posent sur la meilleure façon d'utiliser l'irrigation lorsque l'on se soucie de réduire ses coûts de fonctionnement tout en augmentant ses rendements. L'ordinateur devient alors un outil intéressant dans la gestion optimale de la réserve en eau du sol nécessaire à la plante.

Cette présentation aborde d'une façon pratique, l'utilisation de l'informatique dans les questions touchant l'irrigation et l'état hydrique des sols. Nous verrons l'évolution qui se fait actuellement vers une plus grande automatisation de la gestion de l'irrigation, les potentiels des logiciels qui estiment l'humidité des sols, comment obtenir le maximum d'efficacité de tels logiciels et quelques résultats obtenus chez des producteurs.

## 2.0 EVOLUTION DE L'INFORMATISATION

Il existe bien des façons de déterminer si les réserves en eau du sol sont suffisantes à la culture. Ainsi, lorsqu'une culture flétrit, il est assez évident d'en déduire qu'elle manque d'eau. Généralement cette indication n'est pas très utile comme indicateur d'irrigation puisque dans bien des cas, les dommages sont faits aux rendements. De plus, cette évaluation est qualitative.

On obtiendra une information plus fiable et plus détaillée sur la teneur en eau du sol en ayant recours à certaines techniques comme la gravimétrie ou à des instruments plus précis comme les tensiomètres, une sonde à neutron, les blocs de gypse, le TDR, etc. Cette information d'ailleurs est ponctuelle et n'est pas nécessairement représentative du champ. Elle ne permet pas, à elle seule, d'évaluer la consommation actuelle ou future de la plante, ni de prévoir la prochaine irrigation, ni d'évaluer les besoins à long terme en matière de système d'irrigation. En réalité, il semble que les producteurs utilisent peu l'instrumentation.

Une autre méthode consiste à faire un bilan climatique. On mesure la pluie tombée ainsi que l'évaporation de l'air. Lorsque la pluie est inférieure à l'évaporation, on irrigue la différence. On peut sophistiquer cette méthode en tenant compte de la consommation réelle de l'eau du sol par la plante (l'évapotranspiration). Cette consommation varie selon le stade, l'enracinement, le stress subit par la plante, le sol, la variété, etc. Les calculs à la main deviennent alors plus compliqués et c'est à ce stade qu'intervient avantageusement l'utilisation d'un logiciel.

Pour rendre le logiciel plus efficace, on peut le combiner avec une station automatique de collecte des données météorologiques. Dans un système de gestion complètement intégré, un contrôleur installé sur le système d'irrigation permet au logiciel de dicter directement au système quand et de combien irriguer (Thomson et Threadgill, 1987). Toutefois, le logiciel doit être vérifié avec des mesures au champ; lorsque cette vérification est fructueuse, il permet de répondre à toutes sortes de questions. Nous en verrons quelques-unes dans la prochaine section.

## 3.0 LES POTENTIELS D'UN LOGICIEL

Il faut voir un logiciel d'irrigation comme un jeu de stratégie. On simule des situations vraies ou fausses en vue de prendre une décision ou d'analyser les conséquences d'une décision. Avec un logiciel bien adapté à son sol et ses cultures, le producteur pourra juger non seulement de l'importance et de la fréquence des stress hydriques survenus pendant la saison de croissance mais il pourra aussi simuler ce qu'aurait été ses besoins ou ses performances avec d'autres cultures.

Le logiciel dont il sera fait mention dans ce texte est la version sur micro-ordinateur d'un modèle d'estimation de l'humidité des sols implanté au bureau des Prévisions du Québec. Bien que conçu d'abord pour être utilisé dans la gestion de l'eau d'irrigation, il peut fournir l'état hydrique d'un sol avec ou sans nappe d'eau sur l'ensemble du profil ou seulement sur l'épaisseur de sol contenant des racines. Il peut tenir compte de plusieurs champs, chacun possèdant une culture spécifique, irriguée ou non, et un profil de sol particulier. Un menu permet de choisir sept options (tableau 1) et le logiciel peut s'auto-corriger si on lui fournit des valeurs d'humidité du sol observées.

### EXEMPLE 1: POUR CONNAÎTRE LA RÉSERVE EN EAU DU SOL UTILE À LA PLANTE

Question: quel est l'état hydrique du sol à une date précise?

Réponse: faire exécuter le bilan. Les valeurs affichées à l'écran (tableau 2) seront les suivantes:

- la réserve utile maximale en mm: c'est la différence entre la capacité au champ et le point de flétrissement. Il s'agit de la quantité maximale d'eau utile à la plante;

- la réserve initiale en mm: c'est celle qui démarre le bilan;

- le déficit critique en mm: c'est la valeur du déficit à partir de laquelle la plante subit un stress. S'il y a plus d'une couche de sol dans le profil, le programme calcule aussi le déficit critique dans la zone des racines.

Pour chaque jour, le programme imprime les résultats suivants:

- NO DU STADE: stade phénologique où se trouve la plante;

- APPORT EN EAU: quantité d'eau d'irrigation ou de pluie recue par le sol en mm;

- % EAU DU SOL: humidité du sol tel qu'on l'obtient lorsque l'on mesure cette donnée au champ. Un "+" signifie que le sol est très humide (au-dessus de la capacité au champ);

- DÉFICIT: quantité d'eau requise en mm pour amener le profil ou la zone des racines à capacité au champ. Un "-" indique que la plante subit un stress dommageable: le déficit est plus grand que le déficit critique permis;

- IRRIGATION REQUISE DANS: en se basant sur les valeurs moyennes de l'évapotranspiration potentielle, le programme calcule le nombre de jours avant que le sol n'atteigne le déficit critique en supposant qu'il n'y aura ni pluie ni irrigation;

- DEMANDE EN EAU: si la demande en eau actuelle est supérieure a la moyenne de 10 ans, le programme affiche "superieure". Sinon, il affiche "inferieure" ou "normale" selon le cas. Cette information est un complément à la prévision précédente: elle sera plus ou moins erronée selon que la demande est supérieur ou inférieure à la moyenne.

Le pourcentage d'eau du sol affiché à l'écran ainsi que le déficit pour une journée donnée est celui du sol prévalant à la fin de la journée et après la pluie ou l'irrigation si l'un ou l'autre est survenu durant la journée.

EXEMPLE 2: POUR PLANIFIER LES IRRIGATIONS AU JOUR LE JOUR

Question: dans combien de jours faudra-t-il irriguer?

Réponse: on peut utiliser la colonne: IRRIGATION REQUISE DANS (tableau 2). On augmente toutefois la précision si on utilise les données météorologiques de la prévision. On peut aussi utiliser les données de l'année précédente ou les moyennes des 10 dernières années. On exécute le programme jusqu'à la date désirée. On peut aussi simuler des quantités d'eau d'irrigation et ainsi planifier la rotation des prochains jours.

EXEMPLE 3: POUR EVALUER L'EFFET D'UNE IRRIGATION

Question: une irrigation a eu lieu. Des précipitations ont été enregistrées par la suite. Etait-il nécessaire d'irriguer?

Technique: Faire exécuter le programme deux fois ou simuler 2 champs: avec irrigation et sans irrigation. Comparer les résultats. S'il n'y a pas de déficit, alors il n'était pas nécessaire d'irriguer; s'il y a déficit, on juge selon l'ampleur du déficit et sa durée.

EXEMPLE 4: POUR EVALUER LA QUANTITE D'EAU A AJOUTER OU LA ROTATION

Question: Vaut-il mieux irriguer 6 mm à tous les 3 jours ou 12 mm à tous les 6 jours?

Réponse: Bien que la quantité d'eau qui devrait être ajouter au sol apparait à la colonne DEFICIT, souvent le système utilisé impose des contraintes. En effet, si on attend pour irriguer que le modèle le prévoit, on risque d'avoir à irriguer tous les champs au même moment. Le coût d'un système d'irrigation qui le permettrait serait sans doute trop élevé pour l'avantage qui en serait retiré. La plante peut généralement tolérer un stress léger: cela stimule l'enracinement en profondeur. On simule 3 sites: sans irrigation, irrigation de 6 mm à tous les 3 jours, irrigation de 12 mm à tous les 6 jours. On exécute le modèle sur chaque site puis on compare le nombre et l'importance des déficits ainsi que les coûts. Toutefois, l'analyse n'est valide que pour l'année en cours. Naturellement, plus on dispose de données météorologiques, et plus l'analyse sera complète, représentative et fiable.

EXEMPLE 5: POUR EVALUER LE CHOIX D'UNE CULTURE

Question: Le stress a été suffisant pour réduire les rendements. La situation aurait-elle été différente avec une autre culture?

Réponse: Certaines cultures sont moins sensibles au stress que d'autres. On peut simuler une autre culture et ainsi vérifier si le choix aurait été plus ou moins heureux compte tenu des conditions météorologiques vécues.

EXEMPLE 6: POUR PLANIFIER DES OPERATIONS CULTURALES.

Question: Il pleut sans arrêt depuis une semaine mais la prévision prévoit le retour du beau temps. Quand pourra-t-on planter?

Réponse: Théoriquement, il faut que le sol soit à environ 95% de sa réserve utile pour que la machinerie puisse être amené au champ sans

causer de dommage à la structure du sol. En pratique, ceci variera selon le type de sol; dans un premier temps, on peut compléter cette évaluation à partir de son expérience. Il suffit d'établir une relation chiffre-expérience. Par exemple, on a établi par expérience que le sol est suffisamment asséché lorsque le déficit est supérieur à 2mm. On ajuste le déficit critique du modèle puis on exécute le programme avec les prévisions (ou les données d'une année similaire): on pourra ainsi estimer le moment où le déficit critique sera atteint.

Note: toutes ces réponses seront d'autant plus sûres et valables que le modèle aura été bien ajusté pour le site.

## 4.0 COMMENT UTILISER UN LOGICIEL D'IRRIGATION

Les logiciels varient dans leur style et leur complexité. Certains tiennent compte des techniques de gestion, des systèmes d'irrigation utilisés, de la fertilisation du sol, etc. Ils ont tous cependant les mêmes exigences de base en matière d'information sur les sols, les cultures et les données météorologiques. Tous requièrent une vérification à la ferme et exigent une certaine interprétation. Tous présentent la même limitation: ils ne peuvent être plus exacts que l'information de base qu'on leur donne.

### 4.1 La collecte des informations de base

La précision et la fiabilité du logiciel reposent sur le bon choix des paramètres décrivant les caractéristiques du sol et des plantes ainsi que sur l'introduction régulière des données météorologiques. Les informations qu'il est nécessaire de fournir au logiciel sont résumées au tableau 3. Il y a quatre classes d'information: pédologique, phénologique, météorologique et d'irrigation.

Données pédologiques

Ces données sont introduites une fois au début de la saison. Elles décrivent les caractéristiques pédologiques du champ, principalement dans la zone des racines. Si on retrouve plusieurs types de sol, il faut alors connaître les caractéristiques pour chaque type. Les principales informations requises sont:

- la capacité au champ (%): le pourcentage d'eau qui demeure dans le sol deux jours après qu'il ait été saturé et que le drainage libre ait cessé. Ce pourcentage est sur une base de poids (g d'eau/g de sol) ou de volume (cm3 d'eau/cm3 de sol). Plus techniquement, c'est le pourcentage d'eau qui demeure dans le sol après lui avoir appliqué une pression de 1/3 atm;

- le point de flétrissement permanent (%): le pourcentage d'eau d'un sol à partir duquel les plantes flétrissent et ne peuvent plus retrouver leur turgescence quand placées dans un milieu sombre et humide. On l'obtient en laboratoire après avoir appliqué une pression de 15 atm;

- l'humidité du sol à saturation (%): pourcentage d'eau du sol lorsque toutes les pores (habituellement remplies d'air) sont saturées d'eau.

De plus, il faut initialiser le bilan hydrique en fournissant l'état hydrique du sol à une date donnée. Les calculs de bilan se feront toujours à partir de cette date. Si on initialise le budget le jour qui suit une bonne pluie, on peut alors supposer que le sol est à sa valeur de capacité au champ.

Données phénologiques

Les données phénologiques requises sont les dates d'apparition des principaux stades phénologiques. Ces dates sont liées à la profondeur d'enracinement et aux besoins en eau des plantes, besoins qui varient avec le stade.

Données météorologiques et irrigation

Les paramètres météorologiques à connaître sont: la température maximale et minimale (Celsius) et la précipitation quotidienne (mm). Ces données doivent être mesurées à la ferme; toutefois, la température peut provenir d'une station climatologique voisine.

L'apport d'eau supplémentaire par irrigation doit être fournie en mm d'eau. Cette mesure peut se faire en plaçant dans le champ, au moment de l'irrigation, un pluviomètre ou tout autre contenant similaire.

La distribution de l'eau n'est pas uniforme. Le vent, le relief et le couvert végétal peuvent influencer sa répartition.

### 4.2 La vérification du modèle

Pour que les producteurs acceptent le principe de la gestion informatisée, il faut calibrer le modèle sur leur propre champ. Calibrer veut dire: s'assurer par des ajustements adéquats que les estimés du logiciel correspondent à la situation réelle au champ. Il est donc fortement recommendé de prendre certaines mesures au champ afin de bien calibrer le modèle dans les conditions mêmes de son utilisation. Gallichand et Brochu (1983) expliquent quelques techniques. La plus commune est la gravimétrie.

Lorsque l'on observe de larges écarts entre les observations et les estimés, on cherche alors le paramètre fautif. Les paramètres suivants peuvent requérir un ajustement: la capacité au champ, le point de flétrissement, la saturation, le coefficient de ruissellement et drainage, les coefficients de la culture. En fait tous ces paramètres interagissent les uns avec les autres; en changer un aura des répercussions sur les autres. De plus, il faut suffisamment de données mesurées pour être en mesure de vraiment juger l'effet d'un paramètre.

On calibre le logiciel en utilisant une méthode par essais et erreurs: pour ajuster un paramètre, on essait des valeurs extrêmes minimale puis maximale de ce paramètre; on vérifie ensuite l'écart entre les % eau estimés par le modèle et les % eau mesurés puis on en déduit la valeur optimale.

Il faut cependant être très critique sur la représentativité des données mesurées. S'il n'y a pas eu de pluie depuis le dernier échantillonnage, l'on doit s'attendre à ce que le sol soit plus sec! De même, s'il a plu beaucoup, la mesure devrait refléter soit la capacité au champ, soit la valeur à saturation. De plus, on peut facilement observer des différences de 2% dans les valeurs mesurées dans un même champ. Il ne faut donc pas chercher une trop grande précision dans les ajustements. Le logiciel doit donner une valeur moyenne des conditions prévalant dans le champ considéré.

Le logiciel lui-même a des limites. Ainsi, par exemple, le vent n'étant pas pris en compte, ce paramètre peut fausser le calcul de l'évapotranspiration. De même, le logiciel suppose que la plante ne souffre d'aucune maladie et que le sol a été adéquatement fertilisé. Aussi, les estimés du modèle doivent être perçus comme des indications et non des recommandations.

L'expérience, le bon pens et quelques règles simples permettent de faire une calibration appropriée et sans difficulté majeure. Ainsi:

1) le modèle ne peut estimer un % eau du sol plus faible que le point de flétrissement. C'est aussi un point de non-retour pour la plante. Si les mesures au champ sont plus faibles que le point de flétrissement obtenu en laboratoire et que les plantes ne semblent pas avoir atteint le point de non-retour, il faut diminuer la valeur du point de flétrissement;

2) si la capacité au champ est trop faible, le modèle va sous-estimer le % d'eau du sol d'une facon systématique. Si elle est trop forte, les estimés par le modèle seront presque toujours supérieurs aux valeurs observées. L'observation des conditions au champ après une pluie ou une irrigation est souvent le meilleur guide pour établir cette valeur;

4) une valeur de saturation trop faible sous-estime l'humidité du sol après une pluie abondante. Si elle est trop forte, elle surestimera

l'humidité du sol. Ses effets ne sont perceptibles que lorsqu'il y a une très grosse pluie;

5) un coefficient de ruissellement et de drainage trop faible, aura pour conséquence que l'humidité du sol restera au-dessus de la valeur de capacité au champ plus longtemps que ce qui se passe réellement. L'eau stagne en surface. On observe la situation inverse s'il est trop élevé. Le coefficient de ruissellement n'a aucun effet si le sol est à sa valeur de capacité au champ ou inférieur;

6) l'ajustement des coefficients des cultures est le plus délicat; il ne devrait venir qu'en dernier pour n'apporter qu'un ajustement plus précis. Un coefficient est déterminé pour chaque stade; entre deux stades, le logiciel effectue une interpolation linéaire. Si les écarts entre les % d'eau estimés et observés sont plus grands à la fin d'un stade et au début du stade suivant, il faut changer le coefficient du prochain stade. Si ces écarts sont plus grands au début d'un stade et à la fin du stade précédent, il faut changer le coefficient du stade actuel. Dans tous les cas, si les écarts sont négatifs, le coefficient est trop élevés; s'ils sont positifs, il est trop faible;

7) si les plantes semblent avoir besoin d'eau, que les valeurs estimées par le modèle se comparent avec celles mesurées au champ et que le logiciel n'indique pas que le déficit critique est atteint, alors cela signifie que le seuil critique considéré par le modèle est trop bas. Pour remplir une demande de 10 mm d'évapotranspiration potentielle, la suction du sol doit être gardée inférieure à 0.1 atm dans le sable et à 0.7 atm dans un loam limoneux. La capacité au champ étant défini comme le contenu en eau du sol à une suction de 0.33 atm, ceci explique pourquoi on peut avoir un stress temporaire dans un sol sablonneux à capacité au champ. Pour introduire ce fait dans le modèle, on modifie le niveau de stress applicable. S'il est à 50% de l'eau disponible dans un sol de texture moyenne, il sera à 25% dans un sable et jusqu'à 75% dans un sol de texture fine. On irriguera donc plus souvent dans un sol sablonneux. (van Loon, 1981). La valeur par défaut dans le programme est 35%.

## 5.0 ESSAI DU LOGICIEL A QUELQUES FERMES

Une expérience menée sur la Ferme Expérimentale à Ottawa a montré qu'en général, le logiciel fournit des estimés raisonnablement exacts de l'humidité du sol. S'étant révélé scientifiquement acceptable, ce logiciel à été testé chez des producteurs dans plusieurs localités pour évaluer son utilité en temps réel: St-Alban, St-Ambroise, L'Assomption, Nicolet, Notre-Dame de la Paix.

Ces évaluations ont montré que les phases initiales d'implantation puis d'initialisation du logiciel étaient les plus déterminantes dans le succès de la gestion informatisée. Ces phases requièrent en effet,

certaines connaissances informatiques et techniques qui ne sont pas toujours à la portée des producteurs. C'est pourquoi, le support technique d'un agronome s'avère toujours un atout précieux lors de la première initialisation du logiciel. Cette aide est également nécessaire lors de la prise de mesure au champ.

Une autre contrainte est la motivation du producteur à relever les données de précipitation à sa ferme. La pluie est le facteur le plus variable dans l'espace et le temps; c'est aussi le plus important pour une évaluation précise de l'état hydrique des sols. Le logiciel y est extrêmement sensible.

Les figures 1 et 2 présentent des résultats obtenus avec le logiciel chez 2 producteurs ainsi que leurs données observées.

## 6.0 CONCLUSION: FAUT-IL S'INFORMATISER?

L'ordinateur est sans doute l'outil le plus versatile actuellement à la disposition des particuliers et des entreprises, agricoles ou autres. Toujours est-il qu'il faut d'abord savoir à quoi l'informatique peut nous servir. Ensuite, il n'en sera que plus motivant de s'initier au fonctionnement d'un ordinateur.

Le but n'est pas de vous convaincre d'irriguer la pomme de terre ni de vous acheter un micro-ordinateur. C'est de montrer comment l'informatique peut être utilisée pour fournir de l'information en ce qui regarde l'humidité des sols et l'irrigation. Tout ce qui se fait à l'aide d'un ordinateur peut évidemment se faire à la main. Et tous les calculs qui se font à la main sur une base routinière peuvent avantageusement se faire avec un ordinateur.

Avant de s'équiper d'un ordinateur, d'un logiciel ou d'une station météorologique automatique, il faut s'interroger sur son emploi du temps et sa motivation à prendre des données puis les introduire dans l'ordinateur. Si on prend déjà des relevés de pluie manuellement et que l'on fait des évaluations même sommaire de l'état en eau des sols ou des comparaisons avec les années antérieures, alors les chances de réussite avec l'ordinateur sont les plus grandes.

Une fois acquis à l'informatisation les possibilités sont immenses. On obtient une base de données qui peut être utilisées dans d'autres types de logiciel. L'utilisation conjointe d'un dossier de rendements et de l'histoire climatique d'une ferme ou d'une région permettent d'évaluer, en termes de probabilités, les besoins en irrigation pour le choix d'un système. De plus, ces données peuvent servir à expliquer les baisses de rendements liés au climat, une information utile sans doute auprès de l'assurance-récolte.

REMERCIEMENTS

Nous voudrions profiter de cette occasion pour remercier les personnes qui nous ont gracieusement fourni des données pour l'évaluation de ce logiciel. Par ordre alphabétique: Mario Arcand, Bruno Bélanger, Hélène Boisvert, Yvon Brochu, Gaston et Fernado Bouchard, René et Lucie Deschambault, Vital Dolbec, Rémi Fortin, Lynne Houwing, Sylvain Laurin, Madeleine Lemay, J.-Guy Richard et Jacques Rioux.

BIBLIOGRAPHIE

Gallichand J. et Y. Brochu. 1983. Irrigation, dosage et moment d'application. Direction de l'hydraulique agricole, du machinisme et des constructions rurales, décembre 1983, 75p.

Thomson S.J. et E.D. Threadgill. 1987. Microcomputer control for soil moisture-based scheduling center pivot irrigation systems. Computers and electronics in agriculture, 1:321-338

van Loon C.D. 1981. The effect of water stress on potato growth, development and yield. Amer. Potato J., 58:51-69

**TABLEAU 1: Affichage du menu**

<<<<< MENU >>>>>

BILAN HYDRIQUE DES SOLS
(Version 29 septembre 1987)
sans nappe d'eau

1. INITIALISATION
2. MISE A JOUR DES DONNEES METEOROLOGIQUES
3. MISE A JOUR DES DONNEES D'IRRIGATION
4. MISE A JOUR DES DONNEES PHENOLOGIQUES
5. MISE A JOUR DES DONNEES D'HUMIDITE DU SOL OBSERVEES
6. DONNEES PHENOLOGIQUES SUPPLEMENTAIRES

7. BILAN HYDRIQUE DES SOLS

Pour terminer, taper <ENTER>

OPTION:

**TABLEAU 2: Affichage du bilan hydrique**

BILAN HYDRIQUE DU SOL 1987

CHAMP # 2 : simard
RESERVE UTILE MAXIMALE: 35.0 MM
RESERVE UTILE INITIALE: 17.5 MM EN DATE DU 622
*DEFICIT CRITIQUE* : 12.3 MM

| DATE MOJR | NO DU STADE | APPORT EN EAU | % EAU DU SOL | DEFICIT | IRRIGATION REQUISE DANS | DEMANDE EN EAU |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 703 | 3 | 2.0 MM | 21.6 % | 6.1 MM | 2 Jours | Inferieure |
| 704 | 3 | 0.0 MM | 21.1 % | 7.2 MM | 2 Jours | Inferieure |
| 705 | 3 | 0.0 MM | 20.1 % | 9.9 MM | 1 Jours | Normale |
| 706 | 3 | 0.0 MM | 18.9 % | 12.7 MM- | 0 Jours | Normale |
| 707 | 3 | 6.0 MM | 20.3 % | 9.2 MM | 1 Jours | Normale |
| 708 | 3 | 6.0 MM | 21.8 % | 5.6 MM | 3 Jours | Normale |
| 709 | 4 | 6.0 MM | 22.7 % | 3.1 MM | 3 Jours | Superieure |
| 710 | 4 | 0.0 MM | 21.4 % | 6.5 MM | 2 Jours | Normale |
| 711 | 4 | 6.0 MM | 22.5 % | 3.6 MM | 3 Jours | Normale |
| 712 | 4 | 20.0 MM | 25.0 % + | 0.0 MM | 4 Jours | Normale |
| 713 | 4 | 10.0 MM | 25.0 % + | 0.0 MM | 4 Jours | Superieure |

TABLEAU 3: Liste des données de base à fournir au programme

| |
|---|
| **PEDOLOGIQUE** |
| Capacité au champ (%) |
| Point de flétrissement permanent (%) |
| Valeur à saturation (%) |
| Humidité du sol à une date précise (%) |
| Densité apparente ($g/cm^3$) |
| **METEOROLOGIQUE** |
| Température maximale de l'air (C) |
| Température minimale de l'air (C) |
| Précipitation quotidienne (mm) |
| **PHENOLOGIQUE ET OPERATIONS CULTURALES** |
| Semis |
| Emergence |
| 10% bourgeons ou initiation des stolons |
| 10% floraison |
| 90% floraison |
| Début sénescence ou défanage |
| Récolte |
| **IRRIGATION** |
| Date |
| Quantité d'eau (mm) ajoutée au sol |

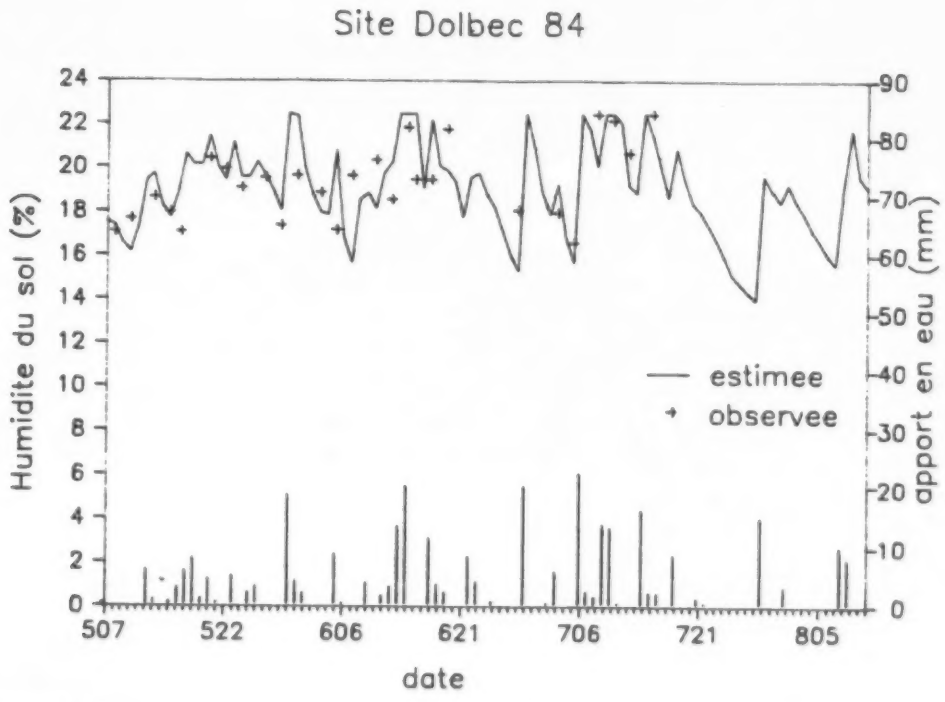



Figure 1. Humidité du sol estimée et observée à St. Alban. Variété Superior.

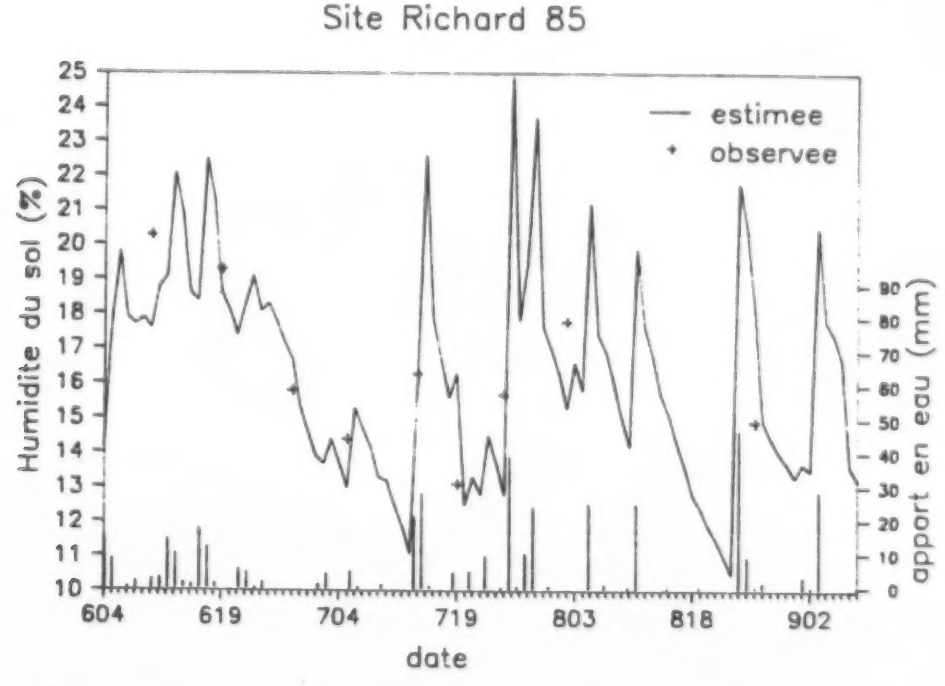



Figure 2. Humidité du sol estimée et observée à Nicolet. Variété Trent.

# PROJET DE LUTTE DIRIGEE DANS LA CULTURE DE LA POMME DE TERRE A TROIS-PISTOLES

DANS LE CADRE DU

PLAN DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE
CANADA - GASPESIE ET BAS-ST-LAURENT

CONFERENCE PRONONCEE LE
13 NOVEMBRE 1987

PAR

Pierre MILLETTE
agronome et professeur
Institut de technologie agro-alimentaire
de La Pocatière
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries
et de l'Alimentation du Québec

Collaborateurs: Richard DESROSIERS, agr.-prof.
I.T.A., La Pocatière
Nathalie DUBE, technicienne
Diane LEVESQUE, technicienne

## INTRODUCTION

Il fut un temps où la protection des cultures était chose assez simple. On notait la présence de ravageurs et l'on effectuait une pulvérisation. Voilà, tout était réglé. Mais aujourd'hui, la situation semble plus complexe. La spécialisation, dans une culture donnée, des producteurs et des productrices agricoles et leur concentration ont tôt fait d'amplifier les problèmes liés à la protection: foyers d'infestation très vastes, prolifération rapide des ravageurs, apparition de tolérance, etc.. Dans la recherche de solutions, la lutte dirigée se révèle une stratégie permettant de prendre une décision plus éclairée quant au moment de réaliser une pulvérisation.

On définit la lutte dirigée ainsi: emploi rationel des pesticides limité à des interventions qui tiennent compte du risque que les rendements soient affectés par les ravageurs.

Il ne faudrait pas croire que la lutte dirigée constitue, à elle seule, une garantie absolue. Elle doit intervenir en tout dernier lieu dans la protection des végétaux selon une approche globale, la protection intégrée (figure 1), où l'emploi de mesures phytosanitaires et de façons culturales appropriées, du choix de cultivars tolérants ou résistants et de l'utilisation de traitements biologiques, quand cela est possible, ont préséance. Si l'utilisation des pesticides se révèle nécessaire, on devrait aussi tout mettre en oeuvre afin de s'assurer de son efficacité.

1. Calibration du pulvérisateur.

2. Emploi de doses recommandées.

3. Connaissance du mode d'action du pesticide.

4. Rotation de familles de pesticides.

5. Conditions atmosphériques favorables.

6. Pulvérisation au moment opportun.

Le travail que nous effectuons dans le Bas-St-Laurent depuis 1984, et en 1986-87, dans le cadre du programme d'essai et d'expérimentation agricoles d'Agriculture Canada, consiste à évaluer l'application, à la ferme, des méthodes de dépistage du doryphore (1) et de prévision du mildiou (2). Nos attentes face à ce projet sont:

1. de diminuer l'emploi de pesticides en protection de la pomme de terre;
2. de réduire les coûts de production;
3. de retarder l'apparition de tolérance des insectes aux insecticides;
4. de protéger les prédateurs naturels;
5. d'améliorer la qualité de la vie du producteur et de son environnement.

Ce sont les résultats de ces années d'expérimentation que je vous présente aujourd'hui. Ils nous permettront de tirer quelques conclusions sur l'introduction de ces méthodes dans la protection de la pomme de terre et sur le travail qui reste à réaliser dans ce domaine.

## EXPERIMENTATION

### A. DORYPHORE DE LA POMME DE TERRE

Nos travaux ont porté sur deux points: la biologie de l'insecte dans notre région et l'emploi d'un seuil de tolérance pour le dépistage du doryphore.

---

(1) Pierre Martel et Jean Belcourt, Station de recherche d'Agriculture Canada de St-Jean sur le Richelieu.

(2) Léon Tartier, Station de recherche du MAPAQ de St-Hyacinthe.

**a.1 Biologie du doryphore:**

Une meilleure connaissance de la biologie du doryphore sous nos conditions permettrait de mieux prévoir les périodes d'infestation. Cette information peut servir à annoncer, pour une localité donnée, l'approche d'une période favorable au développement du doryphore et à permettre aux producteurs et aux productrices de préparer leur chantier de pulvérisation. Elle préviendra aussi le dépisteur qui devra, à partir de ce moment, être plus vigilant dans son travail au champ.

Donc à chaque jour, en parcelle et dès la levée des plants, la population de chacun des stades du doryphore a été évaluée. Cette information, associée aux données climatiques, nous permet d'établir les seuils thermiques en degrés-jours ($>10^{0}C$) correspondants aux pics de population. Le tableau 1 nous montre, pour 1985, les seuils associés à chaque stade de l'insecte.

Le tableau 2 nous informe de la variation qui existe d'une année à l'autre entre les dates d'apparition de chacun des stades de développement de l'insecte, donc de la nécessité de référer aux seuils thermiques pour prévoir les infestations.

Ces données ne tiennent pas compte des facteurs locaux qui peuvent influencer le développement de l'insecte. Par conséquent, elles ne remplacent pas le suivi des champs mais peuvent servir à titre de référence régionale.

**a.2 Echantillonnage séquentiel:**

Nous expérimentons la méthode d'échantillonnage séquentiel développée par Martel, Belcourt et al de la Station de recherche d'Agriculture Canada de St-Jean sur le Richelieu. Elle permet de prendre la décision d'effectuer un traitement insecticide contre les larves du doryphore à partir d'un seuil de tolérance.

Ce seuil se situe à près de 10 unités larvaires par plant échantillonné, une unité larvaire étant l'équivalent d'une larve de stade 3 ou 4, ou de 5 larves de stade 1 ou 2.

Cette technique nous amène à effectuer un dépistage bi-hebdomadaire de chaque champ afin de mieux suivre le développement des larves et d'éviter que les populations dépassent le seuil avant la prochaine visite.

Pour vérifier l'efficacité de la méthode, les champs des producteurs étaient divisés en deux sections, la section A étant soumise à l'échantillonnage séquentiel et la section B représentant la régie des producteurs.

L'échantillonnage était réalisé sous la forme d'un W dans chaque section. Les résultats figurent au tableau 3.

On note un écart de +1.21% entre les rendements des sections A et B pour les 5 champs échantillonnés. Cette différence est peu importante et suggère que l'application de la méthode ne diminue pas les rendements dans nos conditions.

Les variations de rendements observées entre les sections peuvent provenir de facteurs associés aux variations du sol et de drainage à l'intérieur d'un même champ, à la fertilisation, etc.. En 1986 et 1987, 14 champs furent dépistés de la même façon sans qu'il y ait d'insectes dans les sections A et B. Les rendements ont quand même été évalués en fin de saison. Nous avons noté des écarts relatifs variant entre -12.8% et 23.6% entre les sections A et B de certains champ et 1.5% de variation entre les moyennes des sections A et B des 14 champs.

L'avantage de cette méthode pour le producteur agricole est la réduction du nombre de traitements pour les champs dépistés. Le tableau 4 nous démontre qu'en effet, dans notre région en 1985-86 et en 1987, l'application de cette méthode permet dans la plupart des cas d'éliminer un traitement insecticide.

## B. PREVISION DU MILDIOU DE LA POMME DE TERRE A LA FERME

Certains producteurs de pommes de terre effectuent des traitements systématiques pour lutter contre le mildiou en appliquant un fongicide tous les 7 ou 10 jours de la première prévision d'infection. Cinq ou six applications sont alors nécessaires pour protéger la culture. En travaillant à la prévision du mildiou à la ferme, nous voulions savoir s'il était possible de modifier ce mode d'intervention et de limiter l'utilisation de fongicides aux périodes favorables au développement de cette maladie.

Les avertissements phytosanitaires jouent déjà ce rôle au niveau régional, mais comme les facteurs météorologiques qui influencent le développement du mildiou, la température et les précipitations varient localement avec la présence du microclimat, il devenait important de nous rapprocher du producteur afin d'avoir une image exacte des conditions qui prévalent chez lui. La méthode de prévision utilisée était la même que celle qu'emploient les Avertissements phytosanitaires.

Une station météorologique équipée d'un pluviomètre à balance et d'une sonde à température reliés à un système d'acquisition de données DATAPOD 230 d'OMNIDATA INTERNATIONAL INC. fut installée, dans un champ, chez l'un des producteurs du projet. Le logiciel utilisé a été développé par le bureau régional du MAPAQ de Nicolet. A chaque jour, le dépisteur relevait les données de température et de précipitation et les entrait dans le programme. Aussitôt, l'ordinateur nous renseignait sur le développement du mildiou et sur le risque d'une infection. Lorsque les conditions devenaient favorables à la maladie, le dépisteur contactait le producteur et lui conseillait un traitement préventif.

Le tableau 5 nous indique les résultats obtenus en 1987 avec cette approche par rapport aux avertissements phytosanitaires que reçoivent déjà les producteurs agricoles et aux traitements systématiques aux 7 jours.

On note une réduction importante du nombre de traitements lorsque l'on applique les recommandations des Avertissements phytosanitaires ou de notre station météorologique par rapport aux pulvérisations aux 7 ou aux 10 jours. Après un échantillonnage de ce champ, nous n'avons décelé aucune trace de mildiou. Il semble donc possible de limiter les pulvérisations contre le mildiou lors des périodes favorables à son développement sans compromettre l'état phytosanitaire du champ. En plus, la réduction du nombre de passages permet de limiter les blessures mécaniques qui constituent une porte d'entrée importante pour les pathogènes; on élimine, du même coup, la propagation de ces derniers. Autre élément important, la rapidité avec laquelle le producteur peut recevoir l'information lui donne un délai plus long pour intervenir aux champs.

Les appareils de prise de données se doivent d'être fiables, puisque c'est sur eux que repose l'exactitude des recommandations. Le DATAPOD semble répondre à nos attentes malgré quelques petits ennuis rencontrés en fin de saison. Nous devrons tenter de corriger ces anomalies au cours des années d'expérimentation qui suivront afin d'obtenir un outil performant dans la tâche qui lui sera confiée.

## CONCLUSION

Les résultats de nos travaux depuis 1985, pour la lutte contre le doryphore, et de 1987, pour la prévision du mildiou, nous semblent prometteurs dans l'optique d'une lutte raisonnée contre les ennemis de la pomme de terre. Les pulvérisations insecticides et fongicides, effectuées au moment le plus favorable du développement de ces ravageurs, nous ont permis d'éliminer les traitements inutiles tout en assurant un rendement optimal de tubercules sains. Toutefois, les travaux en matière de lutte dirigée ne sont pas terminés puisque les essais que nous avons réalisés contre le doryphore dans la région de Joliette nous indiquent que d'autres facteurs doivent être considérés indépendamment ou en interaction avant de prendre une décision, telles entre autre, l'humidité du sol, la réaction des cultivars à la défoliation, la répartition de la production dans la zone, etc..

Je termine en mentionnant, au risque de me répéter, que la lutte raisonnée contre les ravageurs de la pomme de terre, c'est avant tout une question de planification et que la lutte dirigée est un des constituant d'une approche globable de protection, la PROTECTION INTEGREE.

FIGURE 1
La protection intégrée, une approche raisonnée.

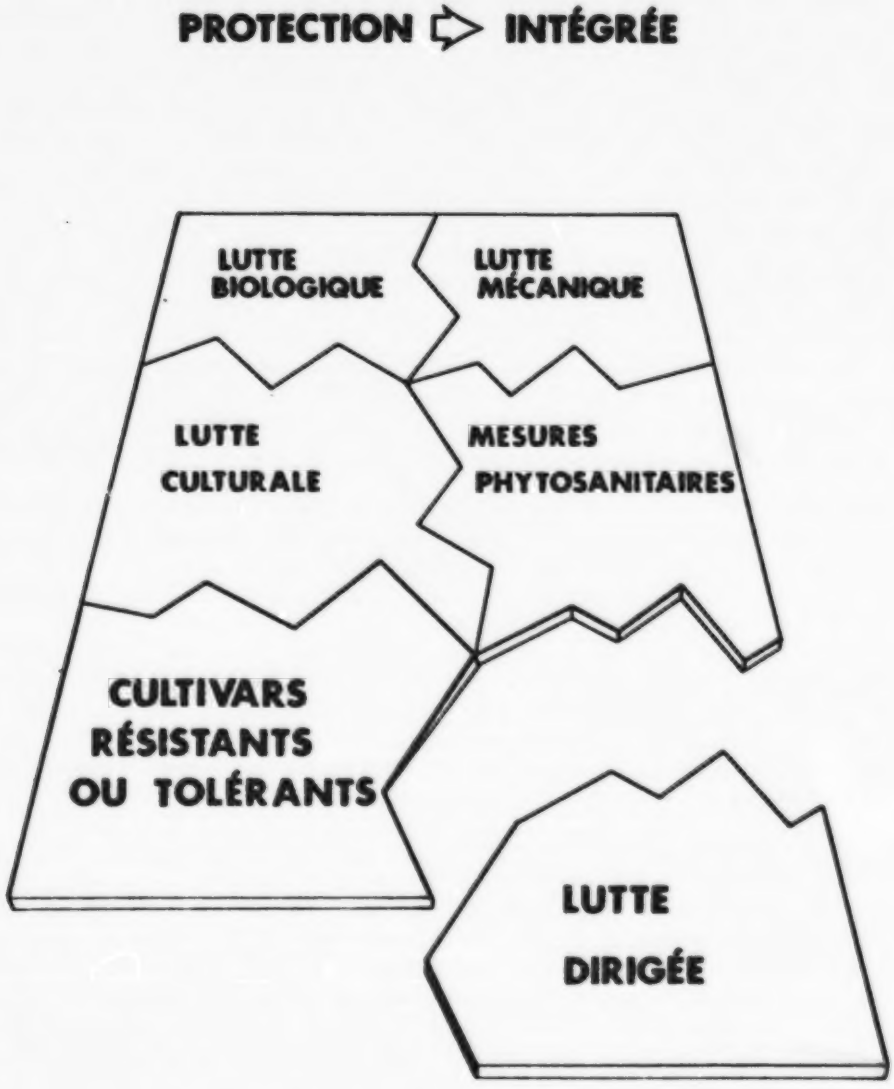


TABLEAU 1
Seuils thermiques (degrés-jours $>10^{o}C$) associés aux pics de population du doryphore de la pomme de terre à La Pocatière, en 1985

| * Stades | Degrés-jours $>10^{o}C$ |
|---|---|
| | La Pocatière (85) |
| AP | 165.9 |
| MO | 237.3 |
| L1+2 | 343.8 |
| L3+4 | 405.7 |
| A1G | 548.8 |

* AP Adultes émergeants du printemps
MO Masses d'oeufs
L1+2 Larves de stade 1 et 2
L3+4 Larves de stade 3+4
A1G Adulte d'automne

TABLEAU 2
Dates correspondant aux pics de population de doryphores de la pomme de terre à La Pocatière en 1985, à St-Roch-des-Aulnaies en 1986 et à Trois-Pistoles en 1987.

| * Stades | D A T E S | | |
|---|---|---|---|
| | La Pocatière (85) | St-Roch-des-Aulnaies (86) | Trois-Pistoles (87) |
| A1G | 28 - 06 | 21 - 07 | --- |
| M0 | 05 - 07 | 29 - 07 | 19 - 06 |
| L1+2 | 17 - 07 | 15 - 08 | 05 - 07 |
| L3+4 | 24 - 07 | 21 - 08 | 11 - 07 |
| A2G | 08 - 08 | 26 - 08 | --- |

TABLEAU 3
Effet de l'échantillonnage séquentiel sur les rendements de la pomme de terre.

| Traitements | * Rendements (Kg/ha) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1985 | 1986 | 1987 | Moyenne |
| A | 22740.80 | 36159.22 | 18285.34 | 26325.98 |
| B | 20889.90 | 36151.82 | 18433.03 | 26011.92 |
| Ecart relatif(%) | +8.86 | +0.02 | -0.8 | +1.21 |

* Tubercules commercialisables ( > 2¼ pouces)

1985 1 champ
1986 moyenne de 2 champs
1987 moyenne de 2 champs

TABLEAU 4
Effet de l'application de l'échantillonnage séquentiel pour la lutte contre le doryphore sur la fréquence des pulvérisateurs insecticides.

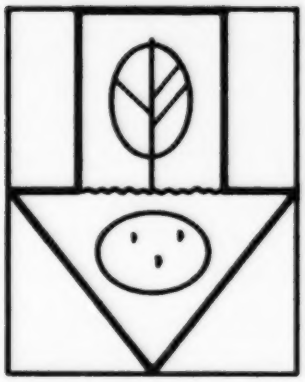
| Année d'expérimentation | Nombre de champs | SECTION B Nbr de traitements insecticides | SECTION A Modification du comportement |
|---|---|---|---|
| * 1985 | 1 | 2 | Retarde 1er traitement de 5 jours |
| 1986 | 2 | 1 | Traitement éliminé ds 2 champs sur 2 |
| 1987 | 2 | 1 | Traitement éliminé ds 2 champs sur 2 |

* Seuil non atteint en A au 1er traitement
2e traitement non recommandé en A

TABLEAU 5
Fréquence des pulvérisations anti-mildiou selon trois approches à Trois-Pistoles en 1987.

| Date (semaine) | Avertissement phytosanitaire | Prévisions à la ferme | Pulvérisations hebdomadaires |
|---|---|---|---|
| 29-06 | | 04-07 | X |
| 06-07 | 06-07 | | X |
| 13-07 | | | X |
| 20-07 | | | X |
| 27-07 | 31-07 | 30-07 | X |
| 03-08 | | | X |
| 10-08 | | | X |
| 17-08 | | | X |
| 24-08 | | (1) 28-08 | X |
| 31-08 | (2) 05-09 | (2) 05-09 | X |
| Total des pulvérisations | 3 | 4 | (3) 10 |

(1) Traitement inutile selon nos prévisions
(2) Traitement fongicide-défanant
(3) 7 traitements aux 10 jours



réseau dépistage agricole

# UN NOUVEAU SERVICE DE DÉPISTAGE EN MAURICIE

Par: Pierre Lachance, agronome
Gilles Hamel, agronome

Conférence présentée à l'occasion du
Symposium sur la pomme de terre

Le 13 novembre 1987

## UN NOUVEL OUTIL: LE DÉPISTAGE!

Né d'une initiative du syndicat des producteurs de pommes de terre, un outil se crée et se développe en Mauricie.

En effet, un service de dépistage du doryphore et du mildiou, complété par un diagnostic visuel des autres ennemis de la pomme de terre et par un échantillonnage des feuilles et du sol pour analyse est dispensé à 19 producteurs et couvre 1 600 acres.

Une telle nouveauté n'arrive pas par hasard. La culture de la pomme de terre a pris un caractère intensif depuis quelques années. Alors, tous les moyens qui permettent d'améliorer l'efficacité et la compétitivité de l'entreprise sont à inventer continuellement et doivent être considérées.

Le réseau de dépistage agricole compte 6 dépisteurs et est dirigé par l'agronome Gilles Hamel.

Le MAPAQ assure l'encadrement technique, alors que le financement est couvert par divers programmes d'Emploi et Immigration Canada.

**DÉPISTAGE DU DORYPHORE**

La lutte contre le doryphore est de plus en plus difficile et coûteuse. Le développement de la résistance que le doryphore manifeste, inquiète plusieurs producteurs. De plus, ils craignent de voir disparaître du marché, les insecticides qu'ils utilisent actuellement. Les recherches de messieurs Mailloux et Martel, respectivement du MAPAQ et d'Agriculture-Canada, constituent la base des techniques de dépistage.

Le dépisteur effectue des comptages sur 40 plants par champ ou plus si nécessaire, et ce, deux fois par semaine. Le dépisteur suit une trajectoire en "W" de façon à ce que l'échantillonnage couvre l'ensemble du champ. La notion de seuil d'intervention s'est avérée assez difficile à définir. Les dépisteurs ont constaté que les seuils d'intervention prévus devaient être rajustés en fonction de la vigueur de la végétation observée dans chaque champ. Moins le champ est vigoureux, moins il peut tolérer la défoliation. Par conséquent, le seuil sera moins élevé dans le cas d'un cultivar comme "Supérior" que dans le cas de "Kennebec". Cette vigueur varie donc selon le cultivar mais aussi selon la fertilisation, le sol, l'eau disponible et d'autres facteurs. Le dépisteur qui voit tous les champs de ses clients deux fois par semaine est en mesure d'évaluer la vigueur comparative des champs.

Le seuil attribué aux adultes printaniers était de 3.5 adultes par plant au départ. Ce seuil doit cependant être revisé à la baisse si les conditions font que l'émergence est lente au printemps. La notion d'unités larvaires a été adoptée pour permettre un échantillonnage adéquat des larves. Une unité larvaire représente une grosse larve (stade 3 ou 4) ou cinq petites larves (stade 1 ou 2). Le seuil d'intervention a été établi à 10 unités larvaires en autant que le champ n'ait pas dépassé le stade "90% floraison". Ce stade doit aussi être ajusté selon la vigueur du champ. Il est très difficile de déterminer le seuil d'intervention après la floraison. Beaucoup de facteurs interviennent: la date de récolte, la rotation prévue, etc...

Le dépistage du doryphore a permis de constater dans bien des cas un problème majeur au niveau de la pulvérisation. L'équipement est-il adéquat, en bon état? La pulvérisation a-t-elle été effectuée au bon moment? Les conditions météorologiques étaient-elle favorables (vent, pluie, rosée, chaleur excessive)? Est-ce qu'on respecte une certaine rotation des familles d'insecticides?

**DÉPISTAGE DU MILDIOU**

Le mildiou est probablement l'ennemi le plus sournois que le producteur ait à affronter. Les producteurs traitent préventivement, car ils craignent toujours que lorsqu'il devient visible, il soit déjà trop tard pour réagir. Une enquête menée dans la région révélait que le nombre de traitements contre le mildiou variait de 3 à 9 annuellement selon la saison et le producteur concerné.

La stratégie du réseau de dépistage consiste à seconder le producteur en lui présentant plusieurs niveaux de sécurité dans sa décision d'appliquer ou non un fongicide. Ces niveaux sont:

1. Les avertissements phytosanitaires: ces avertissements sont appréciés des producteurs mais ils craignent toutefois que ces données ne tiennent pas compte de leur microclimat respectif ou encore que le service postal leur apporte l'information en retard.

2. Stations météorologiques locales: le réseau possède ses propres stations météorologiques et un programme de prévision par ordinateur expérimenté par Bruno Bélanger en 1986, compile les données. Ce procédé est très prometteur mais nous avons remarqué qu'il nécessitait un employé presqu'à plein temps.

3. Les parcelles témoins: chez chaque producteur, des parcelles sans traitement fongicide ont été prévues dans les secteurs les plus propices au développement du mildiou. Les dépisteurs surveillent les symptômes du mildiou dans ces parcelles.

4. Le dépistage visuel: les dépisteurs sillonnent tous les champs deux fois par semaine et rapportent au producteur tout symptôme suspect.

**AUTRES ENNEMIS DES CULTURES**

Dans le cas des autres ennemis des cultures, les dépisteurs rapportent tout symptôme sans quantifier systématiquement, soit parce qu'il n'y a pas de seuil connu ou qu'il n'y a pas lieu d'utiliser un seuil d'intervention. La brûlure hâtive fait généralement suite à un stress, et nous croyons que dans certains cas, elle doit être suivie et traitée.

Le dépistage se limite à l'observation visuelle dans le cas des symptômes de flétrissure verticilienne, de pollution atmosphérique ($SO_2$) et de rhizoctonie. La présence de pucerons et les dommages dus aux altises sont notés et signalés au producteur de même que tout autre problème.

**ANALYSE DE FEUILLES ET DE SOL**

Des échantillons de sol sont prélevés dans tous les champs. Des échantillons de feuillage ont été prélevés à 4 moments différentes déterminées par les stades suivants: 5-20 cm, 20-40 cm, bouton, floraison à 50%.

Les données recueillies permettent de comparer les champs et les rendements. Ainsi, les dépisteurs seront en mesure d'identifier les points faibles et de suggérer des mesures correctives.

**EVALUATION À LA LEVÉE**

Suite aux abondantes pluies printanières, le pourcentage de pertes à la levée a été calculé pour chaque champ. Ceci a permis de mettre en évidence l'efficacité des techniques de plantation et la qualité de la semence.

**EVALUATION DE LA RÉCOLTE**

Un examen qualitatif de la récolte a permis une évaluation grossière de l'incidence du coeur brun, de verticillium, de la jambe noire, des pourritures, de la rhizoctonie et du rosissement des yeux. Une évaluation quantitative de la récolte a été effectuée pour fins de comparaison avec les analyses foliaires et de sol. Dans le cas des productions hâtives, cette évaluation a permis d'aider le producteur à décider dans quel ordre procéder aux récoltes.

**FINANCEMENT DU DÉPISTAGE**

Le projet a été subventionné par les cotisations des producteurs, par le programme de développement de l'Emploi et Immigration Canada, par le programme Défi d'Emploi et Immigration Canada et par plusieurs commanditaires.

Les salaires représentent le coût principal, les frais de déplacement sont importants et les frais divers comprennent surtout le matériel comme les stations météorologiques.

**BUDGET 1987 - RÉSEAU DÉPISTAGE AGRICOLE (Pomme de terre)**

| | |
|---|---|
| **REVENUS** | |
| - Subventions gouvernement fédéral | 33 456,00 $ |
| - Contributions producteurs | 10 772,00 $ |
| - Contributions compagnies agrochimiques | 2 000,00 $ |
| **TOTAL:** | **46 228,00 $** |
| **DÉPENSES** | |
| - Salaires bruts (5 employés) | 28 260,00 $ |
| - Frais de déplacements | 12 203,97 $ |
| - Equipements météorologiques | 2 400,00 $ |
| - Matériels et fournitures | 2 320,27 $ |
| - Location d'équipements | 750,00 $ |
| - Frais de formation | 293,76 $ |
| **TOTAL:** | **46 228,00 $** |

**CONCLUSION**

Ce ne sont pas les dépisteurs qui vont améliorer la rentabilité de la production mais plutôt l'utilisation que le producteur fera des informations qui lui sont transmises. En 1987, les services rendus aux producteurs se sont avérés payants instantanément, grâce aux économies réalisées sur les traitements pesticides. Mais il y a plus! Les producteurs membres du réseau n'ont jamais si bien été informés de la performance de leurs champs et des conséquences de leurs décisions. Ils sont maintenant en mesure de raffiner certaines de

leurs techniques.

Les améliorations à apporter au réseau sont de nature technique et financière. Nous avons absolument besoin de l'aide de la recherche pour mieux connaître les ennemis de la pomme de terre. Même avec le peu d'information que nous avons sur les seuils d'intervention, cela a permis des économies substantielles dès la première année, il est essentiel que la recherche nous aide à approfondir la biologie du doryphore, sa survie à l'hiver, son mode de résistance aux insecticides, la revision des seuils en fonction de la vigueur végétative, la biologie du plant de pomme de terre, la réaction des différents cultivars à la défoliation, la biologie de la brûlure hâtive. Des outils et des techniques sont nécessaires pour améliorer le dépistage local du mildiou. Du côté financier, le réseau de dépistage des producteurs de pommes de terre de la Mauricie comme tout réseau qui démarre est un peu dépendant des programmes gouvernementaux qui ne sont pas toujours adaptés. Nos projections nous permettent cependant d'entrevoir l'autofinancement dans un proche avenir.

# DÉPISTAGE DU DORYPHORE DE LA POMME DE TERRE A SAINTE-MARIE SALOMÉ

Conférence présentée à l'occasion du
Symposium sur la pomme de terre

Le 13 novembre 1987

préparée par

Madeleine Lemay
Agronome

Les Entreprises Salomé Inc.
Sainte-Marie Salomé

Je suis ici aujourd'hui pour vous communiquer les résultats obtenus par le transfert de technologies nouvelles sur la ferme. Ce projet, d'Innovation Technologique, d'une durée de trois ans, a débuté en février 1987 aux Entreprises Salomé, à Ste-Marie-Salomé.

Il comporte quatre technologies:

- le D.R.I.S. qui est un Système Intégré de Diagnostiques et de Recommandations pour une fertilisation optimale.
- le Bilan Hydrique informatisé pour l'irrigation que Johanne Boisvert nous a présenté.
- le Système informatisé de prévention du mildiou.
- le Dépistage du Doryphore de la pomme de terre par l'application de l'échantillonnage séquentiel de Monsieur Pierre Martel (chercheur à Agriculture Canada).

C'est sur ce dernier aspect du projet, "LE DEPISTAGE", que j'insiste aujourd'hui.

Je vais partager avec vous ce que l'on a vécu dans le champ; les difficultés rencontrées, les résultats et nos constatations.

PRESENTATION DU CONTEXTE

Ste-Marie-Salomé se situe à environ 20 km au nord de l'Assomption, dans la Région 10.

Le champ dépisté, en 1987, a 3.6 ha. Il est cultivé en pommes de terre depuis au moins 4 ans et le sol est un sable fin.

La variété Norchip a été plantée le 9 mai.

SCHEMA DES PARCELLES (TABLEAU 1)

Nous avons séparé le champ en deux. Une partie, de 0.5 ha. a été traitée à l'insecticide granulaire, TEMIK, à la plantation.

Le reste du champ, soit 3.1 ha. a été semé sans l'application de TEMIK.

Chaque partie de champs a été dépistée séparément, 2 fois par semaine, du 1er juin au 18 août 1987.

La parcelle SANS TEMIK a été traitée à l'insecticide foliaire seulement lorsque le seuil de 10 unités larvaires était atteint tandis que la partie AVEC TEMIK a été traitée lorsque le producteur en décidait ainsi.

PROBLEMES RENCONTRES

Avant de vous présenter nos résultats comme tel, j'aimerais que l'on examine ensemble les problèmes rencontrés au cours de la saison.

REPARTITION SPATIALE DU DORYPHORE

Comme il a été mentionné, pour faire du dépistage on utilise l'Échantillonnage séquentiel.

Cette méthode recommande de suivre un patron en W et de commencer l'échantillonnage par une extrémité différente du champ à chaque fois. (Tableau 2) Si à la première visite du champs, on dépiste à partir du NORD-OUEST vers le SUD-EST, à la deuxième visite on débutera l'échantillonnage au SUD-EST. Ainsi, dès le deuxième comptage, nous connaissons l'aspect général du champs et la dispersion de l'insecte.

Dans le champ dépisté à Ste-Marie-Salomé, la répartition spatiale du doryphore peut se représenter comme suit (Tableau 3): une forte population à l'Ouest, en début de saison, tandis qu'à l'Est, l'insecte était pratiquement absent.

Ce schéma inégal de dispersion du doryphore, lié à une très forte densité de population, occasionna des difficultés dans la prise de décision de traiter ou de ne pas traiter.

AUTRES PROBLEMES

Deux autres problèmes que nous avons eus cet été; la brûlure hâtive et le manque d'eau.

La variété NORCHIP, étant plus sensible au stress que d'autre variété telle la Kennebec, la défoliation par le doryphore, suivi de la sécheresse du mois de juillet et de la brûlure hâtive, maladie de faiblesse lui furent fatale.

Plusieurs champs non-irrigués de la région séchèrent hâtivement de la même façon.

RENDEMENTS (TABLEAU 4)

Voici l'illustration des sites de prises de rendement.

Dans l'ensemble du champ on constate un accroissement des rendements en partant de l'Ouest vers l'Est.

AVEC TEMIK on a: 23, 29 et 37 t/ha. pour une moyenne de 30 t/ha. de pommes de terre vendables.

SANS TEMIK on a: 0, 9, 21, 34 et 40 t/ha. pour une moyenne de 21 t/ha. de produits vendables.

Les très faibles rendements obtenus, dans la partie Ouest de la parcelle SANS TEMIK se situent exactement à l'endroit où la population du doryphore était la plus dense.

A l'EST, où la population était presque nulle, les rendements sont semblables dans les deux parcelles. Ils sont même un peu plus élevés dans la partie SANS TEMIK.

Donc, on voit que le respect du seuil d'intervention, établi à 10 unités larvaires/plant a occasionné des pertes de rendements dans nos conditions, en 1987.

Monsieur Pierre Martel (chercheur, Agriculture Canada), après avoir visité notre champ dépisté, suggère de descendre le seuil dans les terres légères et de bien surveiller les facteurs autres que le doryphore qui peuvent affecter la vigueur des plants.

Il est important de faire le lien entre tous les facteurs de croissance.

Le seuil d'intervention, établi en parcelle expérimentale, tient compte du fait que dans des conditions normales, un plant de pomme de terre moyennement défolié ne subit pas un stress assez grand pour réduire les rendements.

Celui-ci se remet à croître rapidement et de nouvelles feuilles viennent à la rescousse.

Le manque de pluie que nous avons connu en juillet, lié au fait que la NORCHIP est une variété sensible au stress et que le sol sableux épuise vite ses réserves en eau, fit que les plants cessèrent tout simplement de croître.

SEUILS ET INTERVENTIONS

Pour réussir à contrôler efficacement le doryphore par le dépistage et à rentabiliser cette méthode, il faut respecter certaines règles.

Les traitements chimiques doivent être faits aux dates optimales d'interventions qui peuvent être déterminées en considérant le moment où survient le pic de population des larves de 1ère et 2ième génération d'été.

Regardons le cycle biologique du doryphore dans la région de l'Assomption. (TABLEAU 5). Cet insecte a quatre stades: l'adulte, les oeufs, les larves et la pupe. C'est sous la forme d'adulte qu'il hiverne dans le sol de la fin septembre à la fin mai. Il a deux générations par saison. La première, de la fin mai à la mi-juillet et la deuxième de la mi-juillet à la fin septembre. Le pic des larves de la 1ère génération d'été arrive à la fin juin et pour la 2ième génération, ce pic apparait à la mi-août. (TABLEAU 6).

Vérifions ensemble, si les interventions faites aux Entreprises Salomé, étaient bien coordonnées avec la biologie du doryphore. (TABLEAU 7).

Les pics que nous voyons ici ne correspondent pas nécessairement aux pics réels des larves car les traitements insecticides sont la cause de la baisse de population. Ils ont aussi pour effet de déphaser le cycle du doryphore en retardant son développement.

On a appliqué un premier traitement insecticide le 1er juillet qui correspond, à peu près, au pic des petites larves de 1ère génération.

On voit qu'à se moment de la saison, les unités larvaires augmentaient très rapidement. Le 23 juin on avait 6.4 U.L./plant, le 26 juin, 13.9 et le 30 juin, 26.2. (TABLEAU 8).

On remarque aussi que le traitement insecticide a été fait cinq jours après que le seuil a été atteint, soit le 26 juin. C'est une chose qui peut arriver fréquemment à la ferme. Les conditions n'étaient pas propices à l'arrosage, il pleuvait.

Puisqu'il faisait très chaud, les larves se développèrent très rapidement et c'est à ce moment que la défoliation a été la plus sévère et que les rendements ont été affectés.

Les plants de pomme de terre étaient au stade phénologique 25 cm, c'est-à-dire au début de la formation des boutons floraux et en même temps de la formation des tubercules.

Ce premier traitement insecticide à considérablement réduit la population. Par la suite, on assiste à une augmentation progressive de la densité des doryphores et ce pour atteindre le seuil une deuxième fois le 15 juillet. Cet accroissement peut se justifier par l'éclosion des masses d'oeufs qui étaient encore présentent sur les plants de pommes de terre.

Le 13 juillet, on était en présence de 7.1 unités larvaire par plant et le 15 juillet on comptait 26.2 U.L./plant. C'est à cette date, que j'ai constaté que la façon d'entrer dans le champs pour l'échantillonnage était très importante. Le 13 juillet, le comptage a été réalisé à partir du Sud-Est, zone où la population etait faible. Deux jours plus tard, le seuil etait dépassé du double car le dépistage a débuté au Nord-Ouest où la densité était élevée.

Donc, le 16 juillet, un deuxième traitement insecticide était appliqué. Quelques jours plus tard un comptage nous révéla qu'on avait encore dépassé le seuil de plusieurs unités larvaires. Ce qui nous obligea à faire une troisième arrosage.

Les adultes de la 1ère génération d'été sont apparus le 13 juillet, pour atteindre un pic le 3 août. Donc, on constate que toutes les interventions chimiques ont été appliquées contre les larves de la 1ère génération.

## RENTABILITE DU DEPISTAGE

C'est maintenant que l'on aborde la partie la plus interessante; la rentabilité du dépistage.

## COUTS (TABLEAU 9)

Dans la parcelle SANS TEMIK on a eu trois traitements insecticides, un au DECIS à double dose, qui a coûté 60 $/ha., un au SUPRACIDE, double dose, qui a coûté 21 $/ha. et un autre au DECIS. Le dépistage est évalué à 42 $/ha. Ceci donne un total de 183 $/ha.

Dans la parcelle AVEC TEMIK, on commence avec l'application de l'insecticide granulaire qui a coûté 139 $/ha., suivi d'un traitement au SUPRACIDE à 21 $/ha. et un au DECIS, à double dose toujours pour 60 $/ha. Donc, le coût total pour cette parcelle est de 220 $ par hectare.

PROFITS (TABLEAU 10)

Dans la partie du champ SANS TEMIK, pour un prix à la tonne métrique de 121 $ et un rendement vendable de 21 t/ha., on a un gain total de 2 541 $, des dépenses totales de 183 $ pour un profit de 2 358 $.

Dans la parcelle AVEC TEMIK, pour un rendement vendable de 30 t/ha., à 121 $ la tonne, nous avons un gain total de 3 630 $ moins 220 $ de dépenses pour un profit de 3 410 $.

A ce stade, nous voyons que l'application de TEMIK, dans nos conditions et pour la saison 1987, nous a donné 1 052 $ de plus de profit. Il ne faut pas oublier que le dépistage était essayé pour la première fois dans la région et que nous avons rencontré plusieurs problèmes. Des ajustements seront faits dans les prochaines années et nous obtiendrons sûrement de meilleurs résultats.

De plus, les nombreuses autres fonctions que peuvent remplir le dépisteur en tant que personne ressource sur la ferme, apportent une augmentation des profits qui est difficilement quantifiable.

Je crois que le dépistage doit être introduit sur la ferme dans un cadre de protection intégrée. Tous les facteurs de production doivent être pris en considération; la qualité de la semence, la fertilisation, le contrôle des maladies et des mauvaises herbes, l'irrigation, enfin tout ce qui peut rendre les conditions adéquates pour la production de hauts rendements.

Il ne faut surtout pas oublier la rotation qui est un moyen très efficace pour réduire la population du doryphore. Dans notre région, où plusieurs terres voisines sont vouées à la culture de la pomme de terre depuis plusieurs années, le problème du doryphore est grave. Une concertation entre les producteurs pour la planification d'une rotation efficace serait à envisager.

Le dépistage est une nouvelle technologie, il faut apprendre à travailler avec elle et à vivre avec le doryphore.

**TABLEAU 1**

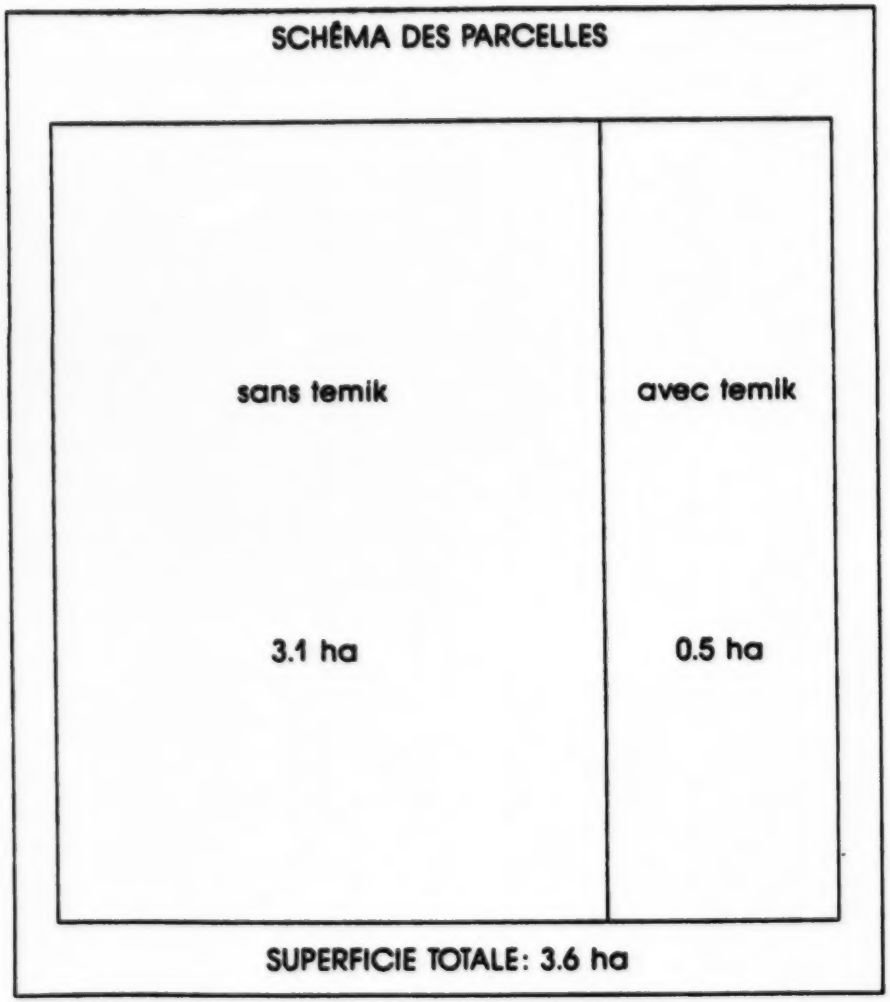


SCHÉMA DES PARCELLES
sans temik
avec temik
3.1 ha
0.5 ha
SUPERFICIE TOTALE: 3.6 ha

**TABLEAU 2**

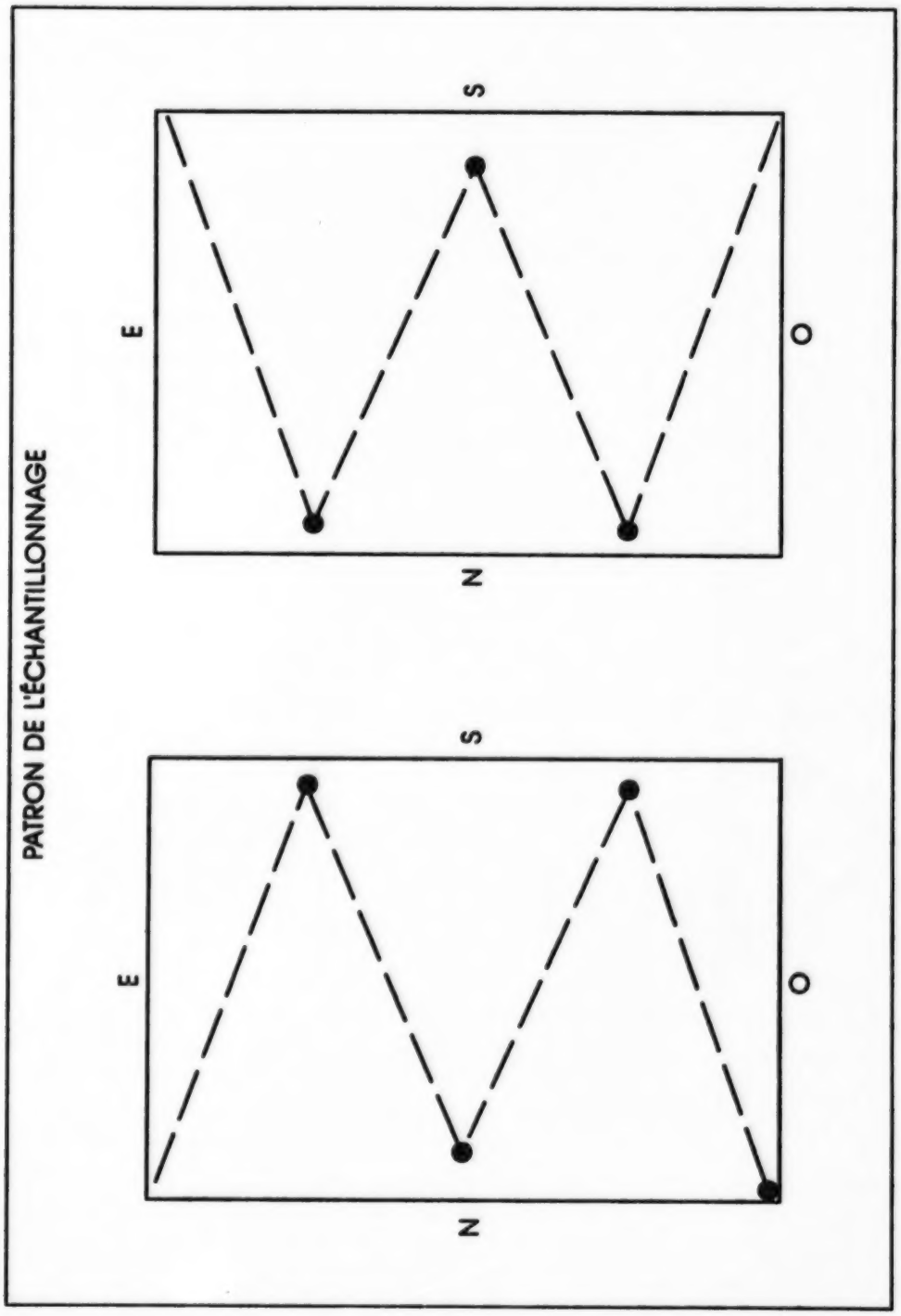
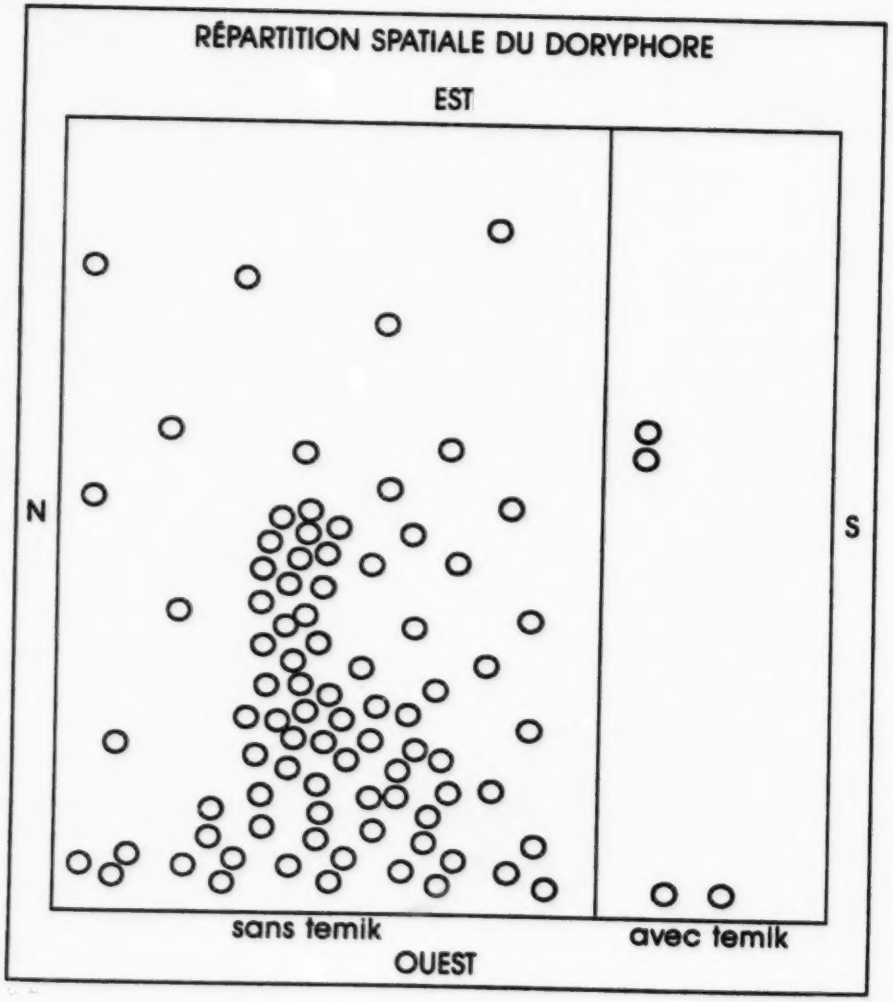
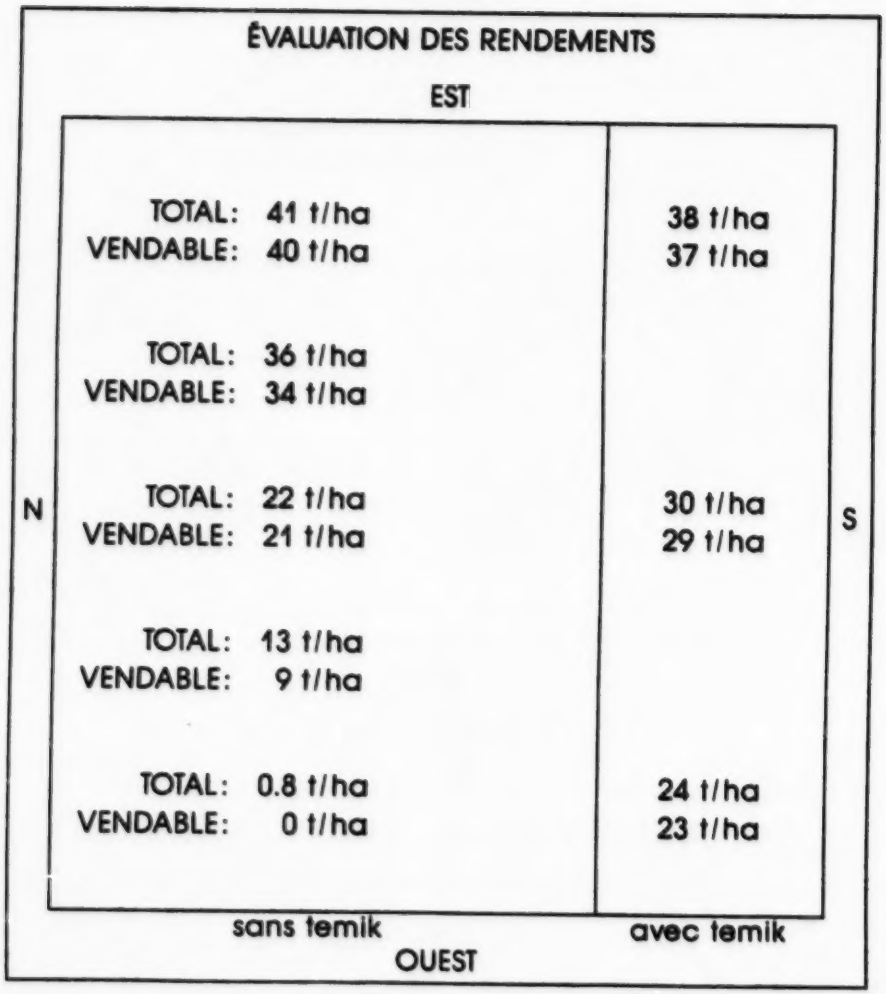


**TABLEAU 3**


RÉPARTITION SPATIALE DU DORYPHORE
EST
N
S
sans temik
avec temik
OUEST

## TABLEAU 4


ÉVALUATION DES RENDEMENTS
EST
TOTAL: 41 t/ha
VENDABLE: 40 t/ha
38 t/ha
37 t/ha
TOTAL: 36 t/ha
VENDABLE: 34 t/ha
N
TOTAL: 22 t/ha
VENDABLE: 21 t/ha
30 t/ha
29 t/ha
S
TOTAL: 13 t/ha
VENDABLE: 9 t/ha
TOTAL: 0.8 t/ha
VENDABLE: 0 t/ha
24 t/ha
23 t/ha
sans temik
avec temik
OUEST

## TABLEAU 5

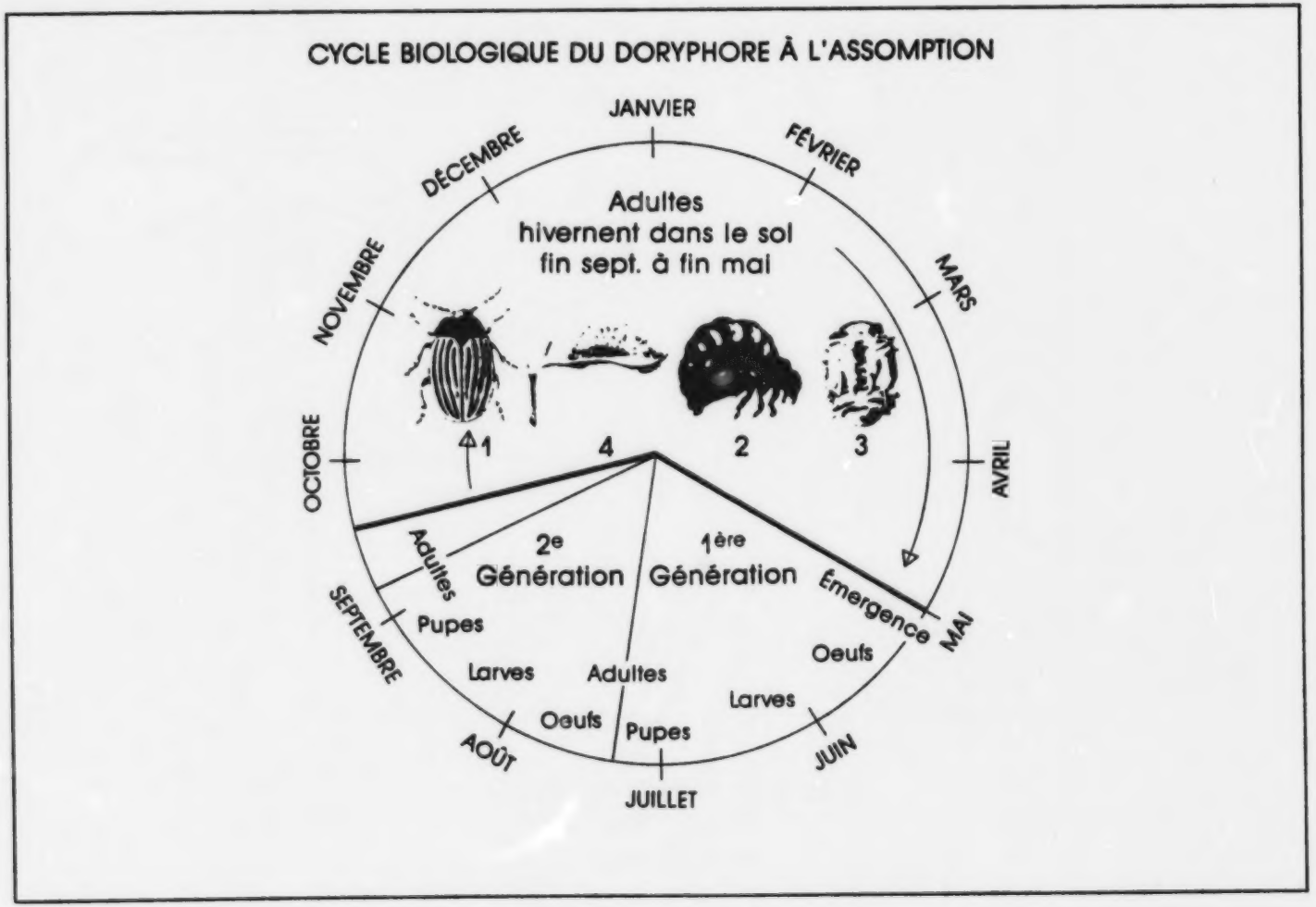
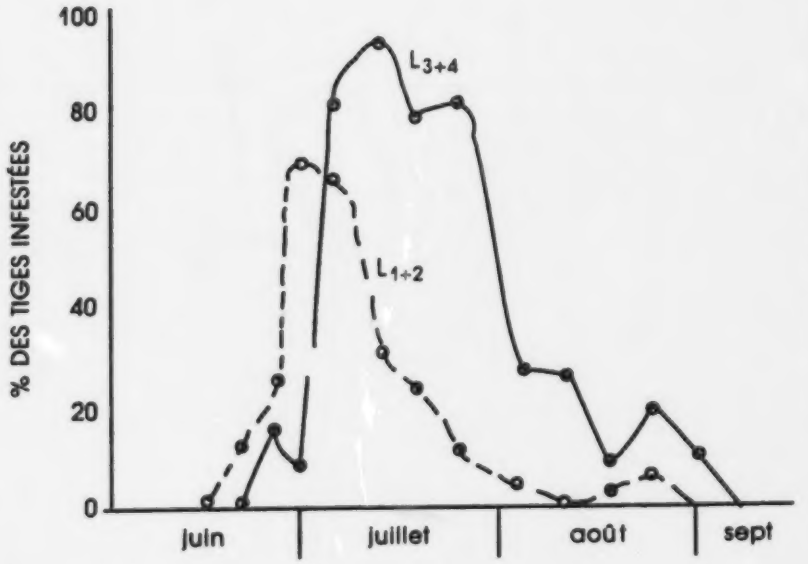
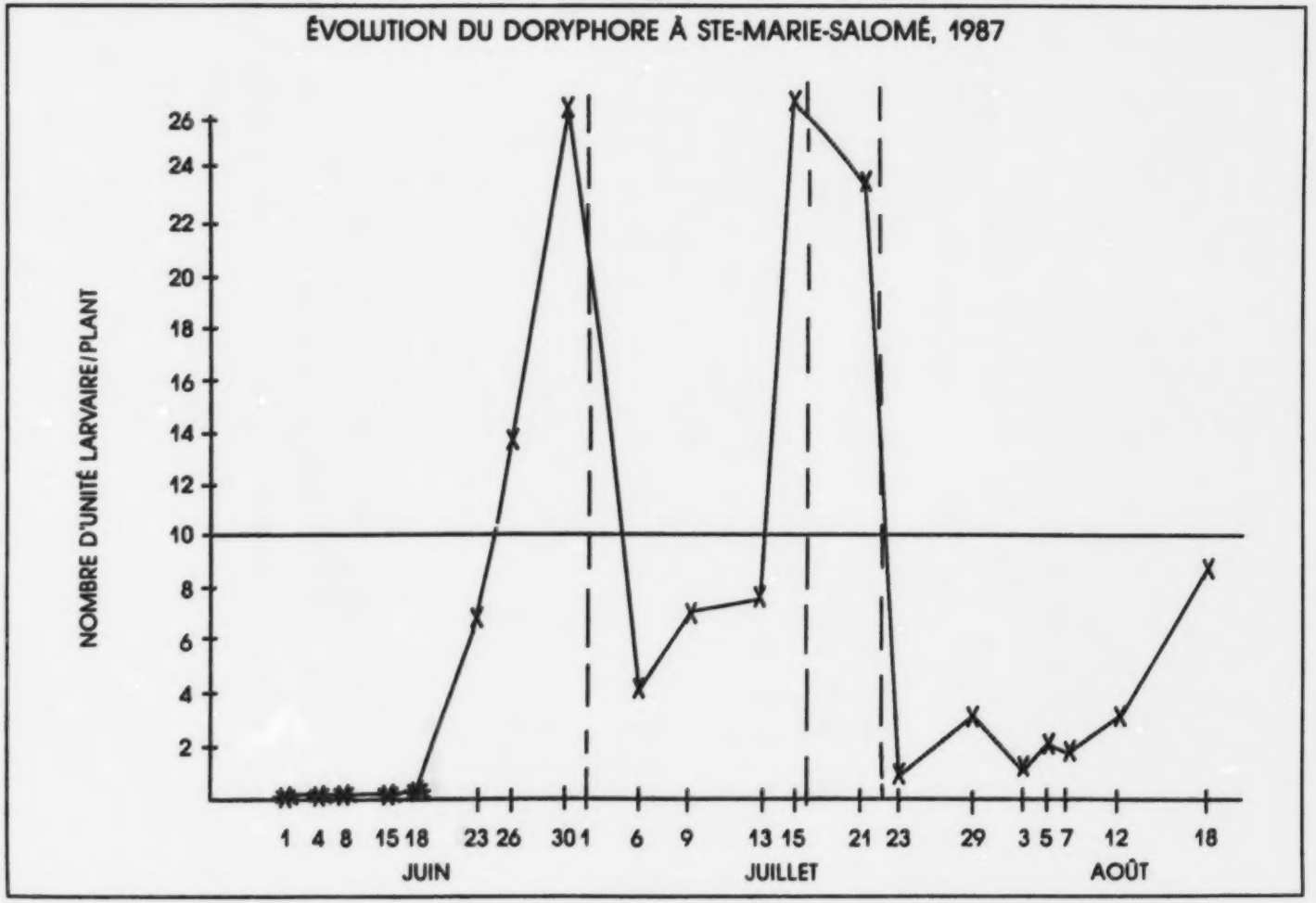

CYCLE BIOLOGIQUE DU DORYPHORE À L'ASSOMPTION
JANVIER
FÉVRIER
MARS
AVRIL
MAI
JUIN
JUILLET
AOÛT
SEPTEMBRE
OCTOBRE
NOVEMBRE
DÉCEMBRE
Adultes
hivernent dans le sol
fin sept. à fin mai
1
4
2
3
Adultes
2e Génération
1ère Génération
Émergence
Pupes
Larves
Oeufs
Adultes
Pupes
Oeufs
Larves

**TABLEAU 6**

FLUCTUATIONS SAISONNIÈRES DES PETITES LARVES ($L_{1+2}$) ET DES GROSSES LARVES ($L_{3+4}$) DU DORYPHORE À L'ASSOMPTION EN 1984



## TABLEAU 7


ÉVOLUTION DU DORYPHORE À STE-MARIE-SALOMÉ, 1987
NOMBRE D'UNITÉ LARVAIRE/PLANT
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
1 4 8 15 18 23 26 30 1 6 9 13 15 21 23 29 3 5 7 12 18
JUIN
JUILLET
AOÛT

## TABLEAU 8

PARCELLE SANS TEMIK

| DATE | DATE DES TRAITEMENTS À L'INSECTICIDE | NOMBRE D'UNITÉS LARVAIRES |
|---|---|---|
| 23 juin | | 6.4 |
| 26 juin | | 13.9 |
| 30 juin | | 26.2 |
| —— —— —— | 1er juillet | —— —— —— |
| 13 juillet | | 7.1 |
| 15 juillet | | 26.2 |
| —— —— —— | 16 juillet | —— —— —— |
| 21 juillet | | 23.6 |
| —— —— —— | 22 juillet | —— —— —— |
| 18 août | | 8.9 |

## TABLEAU 9

— COÛTS/HECTARE —

| Parcelle | Temik | Decis | Supracide | Decis | Dépistage | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sans Temik | —— | 60 $ | 21 $ | 60 $ | 42 $ | 183 $ |
| Avec Temik | 139 $ | —— | 21 $ | 60 $ | ——— | 220 $ |

## TABLEAU 10

PROFIT/HECTARE

| Parcelle | Prix / Tonne M. | Rendement vendable | Gain total | Dépenses totales | Profit |
|---|---|---|---|---|---|
| Sans Temik | 121 $ | 21 t/ha | 2,541 $ | 183 $ | 2,358 |
| Avec Temik | 121 $ | 30 t/ha | 3,630 $ | 220 $ | 3,410 $ |

# PROTECTION: APPROCHES RÉFLÉCHIES, L'EXPÉRIENCE DE LA RÉGION DE NICOLET

Conférence présentée à l'occasion du
Symposium sur la pomme de terre

Le 13 novembre 1987

préparée par

Bruno Bélanger
Agronome

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries
et de l'Alimentation du Québec
Québec

## PROTECTION: APPROCHES RÉFLÉCHIES, L'EXPÉRIENCE DE LA RÉGION DE NICOLET

Les interventions qui ont été faites dans la région de Nicolet, au niveau de la protection de la pomme de terre, origines des travaux de monsieur Pierre Martel de la station de recherches d'Agriculture Canada à St-Jean et de messieurs Léon Tartier et Gérard Mailloux des stations de recherches en phytotechnie du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec à Saint-Hyacinthe et l'Assomption. Les travaux de Pierre Martel sur le doryphore portent sur les seuils de tolérance de la pomme de terre à cet insecte. Léon Tartier est reconnu au Québec comme le spécialiste du mildiou de la pomme de terre. Dans les prochaines lignes, nous discuterons du transfert que nous avons fait de ces données de recherche vers la production.

### LES TRAVAUX 1986 ET 1987

#### LE DORYPHORE

L'approche retenue ressemble à celle des autres équipes. A partir des différents travaux cités précédemment, nous avons retenu les seuils de tolérance résumés au tableau 1.

En 1986, une parcelle d'un hectare du cultivar Kennebec était sous observation. Le niveau d'infestation ne s'est jamais révélé inquiétant et aucun traitement n'a été fait (TABLEAU 2). Suite à ces travaux, notre approche appelle quelques commentaires. A l'émergence, le plant de pomme de terre nous est apparu très vulnérable à une attaque des adultes du doryphore. A cette période, les adultes qui s'attaquent aux tiges sont partiellement, et pour certains, totalement enfouis dans le sol. Dans ces conditions, le doryphore est très difficile à détruire et le plant ne peut tolérer 3.5 adultes.

Si la rotation est peu pratiquée ou absente sur une ferme, le contrôle du doryphore basé sur le suivi des populations devient très hasardeux. De plus, dans les cas ou la rotation est jugée adéquate, le contrôle du doryphore en bordure d'anciens champs de pomme de terre, devrait se faire en prévention.

En 1987, trois champs ont été mis sous observation. Les résultats sont résumés au tableau 3. Dans les champs 1 et 2 on retrouvait le cultivar Superior. Kennebec occupait le champ 3. Dans le premier champ, un traitement a été fait et le seuil de nuisibilité a été largement dépassé. Pour le champ 2, un traitement a été fait avant que le seuil de 10 unités larvaires soit atteint. Les observations de 1987 suggèrent, pour les cultivars moins vigoureux, Superior par exemple, d'abaisser le seuil de tolérance à 7 unités larvaires. Dans le champ de Kennebec, la population du doryphore n'a jamais été inquiétante.

LE MILDIOU

Le Québec applique depuis longtemps, du moins au niveau de la recherche, une méthode de prévision du mildiou qui s'avère efficace. Cette prévision est diffusée aux intéressés sous forme d'avertissements phytosanitaires.

Les travaux de Léon Tartier démontrent que les dégâts du mildiou sont toujours observés après la date prévue de l'apparition du champignon. En d'autres termes, la prévision a toujours devancée l'apparition du champignon au champ.

Dans la région de Nicolet, un travail a été entrepris afin de permettre aux producteurs de réaliser leurs propres prévisions basées sur le modèle de Hyre. Notre équipe a développé un logiciel qui fonctionne sur les micro-ordinateurs IBM et les compatibles. Le programme permet à l'ordinateur de faire les calculs nécessaires à la prévision, à partir des données climatiques (températures et précipitations) fournies par l'usager. Ce programme fonctionne depuis 1986 et une deuxième version est en préparation. A l'hiver 1986-87, nous avons entrepris un travail de validation du programme mildiou, à partir des travaux de Pierre Lachance. A l'été 1986, l'équipe de Pierre Lachance a procédé au dépistage du mildiou dans 8 parcelles de pomme de terre non traitées. Ces parcelles représentaient les parties des champs où la probabilité d'apparition du mildiou était la plusforte. Les dates d'apparition du mildiou au champ ont été notées par les dépisteurs. A partir des données météorologiques de la saison 1986, colligées à trois stations de la Mauricie, nous avons opéré le programme "mildiou". Nous étions donc enmesure de coupler l'approche de la prévision et le dépistage, fait par l'équipe de Trois-Rivières en 1986. Les résultats de cette validation sont résumés au tableau 4. Dans tous les cas, la date recommandée pour l'application du premier traitement fongique a précédé l'apparition du champignon dans les champs non traités. Cette validation d'une année confirme les nombreuses observations faites par l'équipe de Léon Tartier.

A partir des travaux réalisés au Québec sur la protection, on peut retenir que la lutte dirigée, réfléchie, a fait ses preuves. Par contre, le fait de prévoir un ennemi n'en assure pas le contrôle. Il faut par la suite s'assurer d'une médication efficace.

LES CONDITIONS DE SUCCES D'UN TRAITEMENT PHYTOSANITAIRE

Une fois qu'un ennemi d'une culture est dépisté et qu'il faut le contrôler, il faut s'assurer que le ou les moyens utilisés sont efficaces. Dans le cas des pulvérisations, pour en assurer l'efficacité, il faut réunir les trois conditions suivantes:

## UTILISER UN PRODUIT RECOMMANDÉ

Il est facile de retrouver dans les guides de protection les produits recommandés. Il faut aussi s'assurer que l'on donne au produit toutes les chances de s'exprimer. Rappelons à titre d'exemple que les pyréthrines de synthèse perdent leur efficacité lorsque la température au moment de l'application se situe au-delà de 28°C. Plusieurs pesticides réagissent mal au contact de l'eau dont le pH s'éloigne de la neutralité (TABLEAU 5). La bonne vieille remarque de lire l'étiquette d'un produit avant son application s'applique toujours.

## PULVÉRISER AU BON MOMENT

### Lutte selon un calendrier préétabli

Probablement l'approche la plus populaire. Également la plus contestée, la plus dispendieuse. On ne prend pas de chance, on protège les culures contre un ennemi potentiel.

### Lutte selon les avertissements phytosanitaires

C'est l'approche que nous avons élaborée précédemment au niveau du mildiou.

### Lutte raisonnée et lutte intégrée

L'intervention est décidée après avoir procédé à une évaluation, au niveau de la parcelle, en référence à des seuils de tolérance économiques.

## UTILISER UNE BONNE TECHNIQUE DE PULVÉRISATION

Une pulvérisation bien faite doit coupler les deux paramètres suivants: un bon dosage et une bonne répartition du produit.

Dans la littérature, les volumes recommandés au niveau de la bouillie varient de 200 à 2 000 litres par hectare. Dans le guide protection de la pomme de terre du Conseil des productions végétales du Québec, on recommande un volume de 1 000 litres par hectare pour le contrôle du mildiou. Le contrôle du doryphore nécessiterait le même volume. La tendance actuelle est à l'utilisation de volumes réduits. Nous ne pouvons préciser, dans le cadre de cette présentation, jusqu'où peuvent être réduit les volumes. Trop de paramètres sont en cause: culture à protéger, ennemi en cause, produit utilisé, équipement de pulvérisation.

Le seul consensus dégagé dans la littérature consultée fait référence aux points d'impacts ou trace qu'une bouillie laisse sur le feuillage. Il est possible de compter ces points. Ces données sont résumés au tableau 6. Elles s'appliquent pour des traitements au sol.

A titre d'exemple, pour un fongicide de contact, il faut compter 70 points d'impacts ou gouttelettes par centimètre carré de surface foliaire développée pour s'assurer d'un bon contrôle.

Dans certaines conditions, un traitement curatif par exemple, un insecticide peut demander un nombre aussi élevé de gouttelettes pour bien "travailler". Dans une approche préventive, un nombre de gouttelettes aussi faible que 20 peut donner satisfaction. C'est donc dire, qu'une approche raisonnée, par rapport à une approche classique, appelle des modifications au niveau des réflexes de pulvérisation.

Dans tous les cas, la calibration du pulvérisateur demeure essentielle. Cette activité, relativement simple, semble négliger des producteurs. Elle se résume à vérifier le débit des buses, à faire les corrections qui s'imposent et à vérifier sur le terrain le volume pulvérisé. Plusieurs publications expliquent clairement la marche à suivre.

## CONCLUSION

Le contrôle des ennemis des cultures est en profonde mutation. Nous passons présentement de la lutte chimique intensive vers une lutte plus raisonnée et plus intégrée. Dans les prochaines années, nous parlerons de protection intégrée. L'ensemble des éléments de la production et de l'environnement contribueront à la protection de la plante:

- cultivars résitants
- pratiques culturales qui stimulent la résistance de la plante et nuisent aux ennemis
  (travail du sol, rotation, fertilisation, irrigation)
- lutte biologique (prédateurs)
- utilisation de produits sélectifs.

BRUNO BÉLANGER, agronome
Secrétaire adjoint du CPVQ

## RÉFÉRENCES


1- Allard, Jean et al, La pomme de terre au Québec. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, 1982. 46 p.

2- Anonyme, Pour contrôler la pulvérisatiion, le papier hydrosensible. Phytoma, Mars 1982, pp. 35 et 36.

3- Audemard, H. et al, Un programme expérimental pluriannuel de protecation intégrée du verger de pommiers. Bulletin technique d'information, 1986., pp. 227 à 235.

4- En collaboration, Pomme de terre, Protection. Guide du Conseil des productions végétales du Québec. Agdex 161\605, 1979, 11 p.

5- En collaboration, Pulvérisateur à rampe, guide d'utilisation. Guide du Conseil des productions végétales du Québec. Agdex 744, 1981, 53 p.

6- En collaboration, Techniques d'application, les traitements phytosanitaires à volume réduit par voie terrestre. Phytome, Juillet-Août 1986, pp. 33 à 41.

7- Whitmore, T.E. Be smart about adjuvants. American Vegetable Grower, Mars 1985, pp. 22 à 25.

TABLEAU 1 -- SEUILS DE TOLÉRANCE RETENUS POUR LE DÉPISTAGE DU DORYPHORE

| STADE DU DORYPHORE | TOLÉRANCE |
|---|---|
| ADULTE 1ÈRE GÉNÉRATION | 3,5 ADULTES/PLANTS |
| ADULTE 2ÈME GÉNÉRATION | 20,0 ADULTES/PLANTS |
| LARVE | 10 UNITÉS LARVAIRES* |

* 1 GROSSE LARVE (3E ET 4E ÂGE) - 1 UNITÉ LARVAIRE
5 PETITES LARVES (1ER ET 2E ÂGE) - 1 UNITÉ LARVAIRE

TABLEAU 2 — Sommaire des observations sur le doryphore dans la région de Nicolet pour 1986

| Stade du doryphore | Population maximale observée | Seuil de tolérance |
|---|---|---|
| Adulte 1ère génération | 0,23 | 2,5 adultes |
| Adulte 2ème génération | 2,2 | 20,0 adultes |
| Larve | 2,13 | 10 unités larvaires |

TABLEAU 3 — SOMMAIRE DES OBSERVATIONS SUR LE DORYPHORE DANS LA RÉGION DE NICOLET POUR 1987

| STADE DU DORYPHORE | POPULATION MAXIMALE OBSERVÉE | | | SEUIL DE TOLÉRANCE |
|---|---|---|---|---|
| | CHAMP 1 | CHAMP 2 | CHAMP 3 | |
| ADULTE 1ÈRE GÉNÉRATION | 0,4 | 0,5 | 0,1 | 2,5 ADULTES |
| ADULTE 2ÈME GÉNÉRATION | 7,1 | 3,1 | 4,3 | 20,0 ADULTES |
| LARVE | 17,3 | 7,3 | 0,3 | 10 UNITÉS LARVAIRES |

TABLEAU 4 — DATES D'APPARITION ET DE PRÉVISION DU MILDIOU POUR HUIT CHAMPS DE LA RÉGION DE TROIS-RIVIÈRES, SAISON 1986

| LOCALISATION DU CHAMP | STATION MÉTÉO RETENUE | DATE D'APPARITION DU MILDIOU | | DATE DE PRÉVISION DU MILDIOU | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | AU CHAMP | EN CHAMBRE | 1ER TRAITEMENT | 2ÈME TRAITEMENT |
| POINTE DU LAC 1 | LOUISEVILLE | 8 AOÛT | 8 AOÛT | 5 JUILLET | 30 JUILLET |
| POINTE DU LAC 2 | LOUISEVILLE | 25 JUILLET | 21 JUILLET | 5 JUILLET | 30 JUILLET |
| MONT-CARMEL 1 | SAINT-NARCISSE | 8 AOÛT | 21 JUILLET | 5 JUILLET | 2 AOÛT |
| MONT-CARMEL 2 | SAINT-NARCISSE | 11 AOÛT | 28 JUILLET | 5 JUILLET | 2 AOÛT |
| MONT-CARMEL 3 | SAINT-NARCISSE | 25 JUILLET | 25 JUILLET | 5 JUILLET | 2 AOÛT |
| MONT-CARMEL 4 | SAINT-NARCISSE | 18 AOÛT | 28 JUILLET | 5 JUILLET | 2 AOÛT |
| HÉROUXVILLE | HÉROUXVILLE | 18 AOÛT | 21 JUILLET | 5 JUILLET | 2 AOÛT |
| STE-ADELPHE | HÉROUXVILLE | 8 AOÛT | 28 JUILLET | 5 JUILLET | 2 AOÛT |

TABLEAU 5 — IMPACT DU pH DE LA BOUILLIE SUR L'HYDROLYSE DE QUELQUES PESTICIDES

| PRODUIT COMMERCIAL | pH | DEMI-VIE 50% D'HYDROLYSE |
|---|---|---|
| CYGON | 6.0 | 12 HEURES<br>INSTABLE DANS UNE EAU ALKALINE |
| DIAZINON | 6.0 | 37 HEURES<br>HYDROLYSE RAPIDE DANS UNE EAU FORTEMENT ACIDE OU ALKALINE |
| DYLOX | 8.0<br>7.0<br>6.0 | 63 MINUTES<br>6 1/2 HEURES<br>3.7 JOURS |
| GUTHION | 9.0<br>5.0 | 12 HEURES<br>17.3 JOURS |
| IMIDAN | 8.0<br>7.0<br>4.5 | 4 HEURES<br>12 HEURES<br>13 JOURS |
| LANNATE<br>NUDRIN | | STABLE SEULEMENT EN EAU LÉGÈREMENT ACIDE |
| ETHYL PARATHION | 11.0<br>10.0 | 170 MINUTES<br>29 HEURES |
| SEVIN | 9.0<br>8.0<br>7.0 | 24 HEURES<br>2 1/2 JOURS<br>24 JOURS |
| BENLATE | 7.0<br>5.6 | 1 HEURE<br>PLUS DE 30 HEURES |
| BRAVO | 7.0<br>6.0 | 12 MINUTES<br>6.8 HEURES |
| CAPTAN | 10.0<br>4.0 | 2 MINUTES<br>4 HEURES |

TABLEAU 6 -- **Nombre de gouttelettes sur le feuillage développé en fonction du type de pesticide pulvérisé**

| Type de pesticide | Nombre de points d'impacts par centimètre carré de feuillage développé |
|---|---|
| Fongicide systématique | 30 - 40 |
| Fongicide de contact | 70 |
| Insecticide systémique en prévention | 20 - 30 |
| Insecticide couvrant en prévention | 30 - 40 |
| Insecticide de contact et d'ingestion en curatif | 30 - 40 |
| Insecticide à effet de vapeur en curatif | 50 - 70 |

**En cas de non-livraison — Port de retour garanti**

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE,
DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION
DU QUÉBEC
200-A, CHEMIN SAINTE-FOY
QUÉBEC G1R 4X6

Canada Post / Postes Canada
Postage paid / Port payé
**First class / Première classe**
Permis No. 2905
Québec, Qué.

Gouvernement du Québec
**Ministère de l'Agriculture,**
**des Pêcheries et de l'Alimentation**

IMPRIMÉ AU QUÉBEC, Canada